Zoologischer Anzeiger

Begründet von VICTOR CARUS
Fortgeführt von EUGEN KORSCHELT
Herausgegeben
von Prof. BERTHOLD KLATT in Hamburg
Zugleich
Organ der Deutschen Zoologischen Gesellschaft

Verlag der Akademischen Verlagsgesellschaft m. b. H. in Leipzig

108. Band | 15. Dezember 1934 | Nr. 11/12

Inhalt:

Wissenschaftliche Mitteilungen.

Leiner, Der osmotische Druck in den Bruttaschen der Syngnathiden. (Mit 5 Abb.) S. 273.
Strouhal, Stark gehöckerte und bestachelte Armadillidiidae. (Mit 17 Abb.) S. 290.
Ahl, Eine Revision der Zahnkarpfengattung Cynolebias. S. 304.
Kahmann, Zur Biologie des Gesichtssinns der Reptilien. (Mit 3 Abb.) S. 311.
Ivanić, Ein neuer Beweis für die Kernnatur der sog. »scheibenförmigen Körperchen« bei Opalinen. (Mit 4 Abb.) S. 326.
Schreitmüller, Über den Laichakt von Lota lota Linnaeus. S. 331.
Thor, Es gibt auch ein »Penthaleus-Organ«, das an das »Rhagidia-Organ« erinnert. S. 335.

Personal-Nachrichten. S. 336.

Wissenschaftliche Mitteilungen.

Der osmotische Druck in den Bruttaschen der Syngnathiden.

Von M. Leiner, Bremen.
(Aus der Zoologischen Station in Neapel.)
(Mit 5 Abbildungen.)

Eingeg. 23. Oktober 1934.

I. Einleitung.

Zu den im folgenden beschriebenen Untersuchungen wurden als Versuchsobjekte benützt: *Hippocampus brevirostris* Cuv. und *H. guttulatus* Cuv., *Syngnathus acus* L., *S. abaster* Canestr. und *S. typhle* L., *Nerophis ophidion* L. Das Männchen der gemeinen Schlangennadel (*Nerophis ophidion*) trägt die sich entwickelnden Eier gewöhnlich in zwei Längsreihen auf der Bauchseite mit sich herum. Jedes Ei ist in eine flache Hautnische geklebt, auch sind die Eier jeder Reihe untereinander verklebt und bleiben gewöhnlich miteinander in Zusammenhang, wenn man die Eireihen mit einem Spatel vom väterlichen Körper löst. Die vom jungen Ei weit abstehende Eihaut wird erst vom weitentwickelten Embryo voll aus-

gefüllt, wie Abb. 1 zeigt. Die Jungfische verlassen als Fischlarven die Eihaut. Oft findet man abgestorbene und mit Rotalgen usw. bewachsene Eier am Elterntier. Aber noch viel häufiger sterben die empfindlichen Eier in durchlüfteten Brutgläsern, losgelöst vom Elterntier. Bei großer Vorsicht kann ein sehr geringer Prozentsatz eben befruchteter Eier in kleinen Brutgläsern solange lebend gehalten werden, bis die Larven schlüpfreif sind. Wohl zufällig gingen sie mir in diesem Stadium stets ein, wenn die Eihaut nicht künstlich

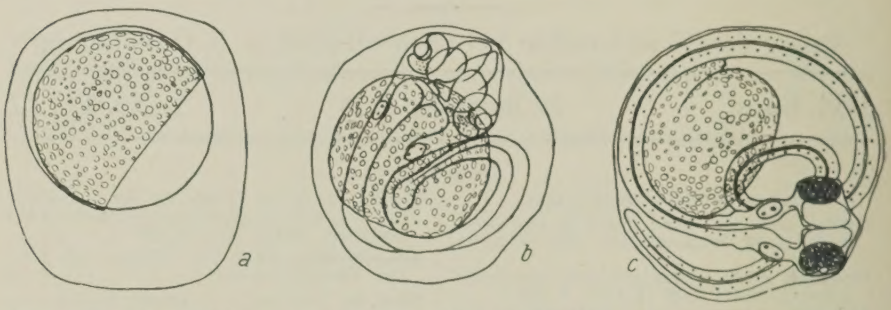


Abb. 1. *Nerophis ophidion* L. Abgestreifte und in durchlüftetem Seewasser gehaltene Eier. a) Eben (20. 7.) abgelöst, keine Ölkugeln am Blastoporus, b) gez. am 24. 7., c) gez. am 27. 7. Mit Zeichenapparat gezeichnet.

entfernt wurde. Auf der Eihaut losgelöster, lebender Eier sammeln sich mit der Zeit sehr viele festsitzende Ziliaten und andere Mikroorganismen an; das ist in der Regel nicht der Fall, wenn der Vater die Eier mit sich herumträgt.

Auch die Eihaut des noch unentwickelten *Syngnathus*-Eies steht weit vom eigentlichen Ei ab. Den Zwischenraum zwischen Eihaut und Ei füllt eine wasserhelle Flüssigkeit aus wie bei allen anderen Syngnathiden. Die sehr zarte Eihaut platzt fast immer, wenn man die Eier von ihrer Verklebungsstelle zwischen den beiden Brutfalten lösen will. Sehr häufig fließt dabei auch der Dotter des riesigen Dottersacks aus. Losgelöst aus der Brutrinne auf der Schwanzunterseite des Vaters können die noch nicht sehr weit entwickelten Eier nur einige Stunden in Seewasser gehalten werden; die Eihaut platzt, ebenfalls der Dotter, und aus diesem strömt die fast wasserklare, stark lichtbrechende Dottermasse mit den gelben Ölkugeln aus. Schließlich haben sich alle Eier in kleinste Teilchen aufgelöst. Der Grund dieser Auflösung könnte ein starker Unterschied im osmotischen Druck zwischen dem Eiinhalt und dem Seewasser sein. Bei den großen Seenadeln sind oft nur wenige (4—10) Eier und Larven zwischen den Brutfalten zu finden. Eier und Larven sind in eine kolloidale klebrige Masse eingehüllt. Die unbelegten

(vorderen) Teile der Brutfalten sind nicht miteinander an ihren Rändern verklebt. Eine stärker belegte Brutrinne enthält schätzungsweise 50—100 Eier, doch zählte M. Rauther bei *Syngnathus acus* einmal 309 Eier.

Sehr viel mehr Eier befinden sich durchschnittlich in den Brutsäcken der Seepferdchen. Es wurden öfter zwischen 350 und 600 gezählt und in anderen Fällen durch teilweise Zählung bis zu 800 geschätzt. Sie sind förmlich in den vollständig geschlossenen Brutsack gepreßt und treiben ihn allmählich durch das Wachstum der Larven immer mehr auf. Nimmt man sehr junge Seepferdcheneier aus der Bruttasche und setzt sie in Seewasser, so gehen sie unter ähnlichen Anzeichen der Auflösung zugrunde wie die sehr jungen *Syngnathus*-Eier. Wie Abb. 2 zeigt, wird der Raum, den die konisch

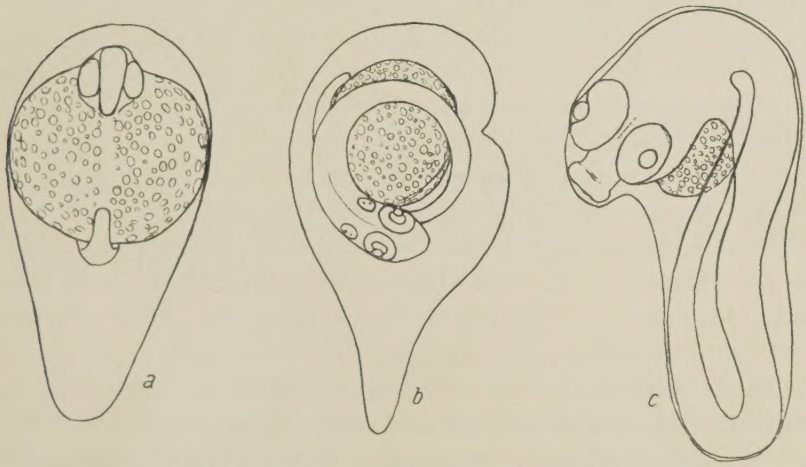


Abb. 2. *Hippocampus brevirostris* Cuv. Aus der Bruttasche geholte Eier a) am Anfang der Entwicklung; b) weiterentwickeltes Stadium. Die Embryonen drehen sich frei innerhalb der Eihaut. Die Lage des Embryos zur kegelförmigen Zuspitzung der Eihaut ist sehr verschieden; c) weit entwickelter Jungfisch mit kleinem Dottersack. Die Eihaut nimmt die Form des zusammengeringelten Fisches an. Tier am 31. 7. aus der Bruttasche geholt und in verdünntem, durchlüftetem Seewasser weiter gehalten, gezeichnet am 2. 8. mit Zeichenapparat.

zugespitzte Eihaut des Seepferdcheneies einschließt, erst von der sehr weit entwickelten, stark pigmentierten Fischlarve ausgefüllt. In noch unbelegten Bruttaschen von *Hippocampus*, in die das Seewasser durch die kleine geschlossene Öffnung am Vorderende des Brutsackes nicht eindringen kann, befinden sich mehrere Kubikmillimeter einer wasserklaren Flüssigkeit. Diese wird auch nach der Belegung zwischen den Eiern angetroffen und soll identisch sein mit der Flüssigkeit zwischen Eihaut und Ei. Sie schmeckt salzig, und eine flüchtige, unvollständige Analyse zeigte, daß sie Cl'-, K'- und Na'-Ionen enthält. Beim Verdampfen und Glühen auf einem

Objektträger ist ihr Rückstand grauschwarz, und da dieses Schwarze weggebrannt werden kann, ist es wohl Kohlenstoff. Der nun verbleibende Rückstand ist weißes Salz. Es ist also wohl eine Mischung anorganischer, in Wasser gelöster Salze mit einem oder mehreren organischen Stoffen.

Da der kleine Eingang der Bruttasche beim Seepferdchen durch einen Ringmuskel geschlossen gehalten wird — eindringendes Seewasser wäre den jungen Eiern auch schädlich —, der Brutsack aber von einem auffallend zähen dicken Gewebe gebildet wird, durch das schwerlich nennenswerte Mengen Sauerstoff diffundieren können, muß der Atmungsstoffwechsel der vielen hundert Eier und Jungen durch den väterlichen Körper gesichert sein. Daß die Larven mit großem Dottersack stark sauerstoffbedürftig sind und ihren Sauerstoff nicht etwa in der Hauptsache durch intramolekulare Atmung beziehen (etwa mit Hilfe der vielen Ölkugeln, wie Brunelli anzunehmen scheint), kann man sehen, wenn man die Larven in Brutgläsern mit und ohne Durchlüftung hält. Durch manometrische Messung des Atmungsstoffwechsels mit der Apparatur von O. Warburg kann festgestellt werden, daß die Atmung mit dem Wachstum der Embryonen immer größer, erstaunlich groß, wird, und stets sehr viel größer ist als die der stark durchbluteten, mit der Pinzette leicht abziehbaren Gewebeauskleidung der Bruttasche, bezogen auf das gleiche Trockengewicht. Nicht alle Eier und Larven von *Hippocampus* liegen in Waben dieses Gewebes, mit dem Bruttaschenepithel fest verkittet; in der Regel kann man eine Anzahl Larven und Jungfische mit vollständig unverletzter Eihaut aus der aufgeschnittenen Bruttasche spülen. Die Jungfische befinden sich, auch wenn sie keinen Dottersack mehr haben, bis kurz vor dem Verlassen des Brutsackes in ihren dehnbaren, nachgiebigen Eihüllen. Die Atmung hat man sich nun wohl so zu denken, daß durch den Verbrauch des Sauerstoffes in der Bruttaschenflüssigkeit und in derjenigen innerhalb der Eihaut ein starkes Sauerstoffgefälle von der stark durchbluteten Bruttaschenauskleidung in die Bruttaschenflüssigkeit entsteht, umgekehrt aber ein CO_2-Gefälle von dieser Flüssigkeit in das kohlendioxydarme Bruttaschengewebe und dessen Blutgefäße. Es wäre auch möglich, daß Sauerstoff übertragende Fermente eine Rolle spielen. Viel einfacher und reichlicher scheint die Sauerstoffversorgung der Brut bei *Nerophis* zu sein, bei welcher Art der Vater die Eier außen auf der Bauchseite angeklebt mit sich herumträgt, und man sucht daher nach dem Vorteil, den die Brut hat, wenn sie zwischen zwei Brut-

falten oder in einem einheitlichen Brutsack eingeschlossen ist; denn offenbar haben *Syngnathus* und *Hippocampus* doch entwickeltere (und vollkommenere) Brutpflege als *Nerophis*. In der einschlägigen Literatur wird nun vielfach die Vermutung oder gar Behauptung ausgesprochen, die Eier, Larven und Jungfische von *Syngnathus* und *Hippocampus* würden vom Bruttaschenepithel ernährt. Histologische Befunde schienen diese Vermutung zu stützen.

Am entschiedensten spricht von der Ernährung der Brut durch den Vater der populäre Aufsatz von W. Wunder in den Erg. Biol. 7, 182: »Ernährungseinrichtungen treten z. B. bei *Syngnathus typhle* noch zu dem Festhalten der Eier . . . Auch die Atmung der Embryonen muß in dem Brutraum gesichert sein, denn ein Zutritt frischen Wassers ist unmöglich. Bei Öffnung der Bruttasche und beim Eindringen von Wasser gehen die Embryonen zugrunde. Die Ernährung und Atmung der Brut wird bei vielen Syngnathiden durch eine wabenartige Gewebeschicht im Innern der Bruttasche ermöglicht . . .«

Auf Grund genauer histologischer Untersuchungen ist M. Rauther sehr skeptisch in bezug auf die behauptete Ernährung der Brut durch den väterlichen Körper.

Da die histologischen Befunde offenbar zur Entscheidung der Frage nicht hinreichen, sollten physiologische Experimente die Klärung bringen. Es sollte versucht werden, die Eier von *Syngnathus* und *Hippocampus*, losgelöst vom väterlichen Körper, künstlich aufzuziehen.

II. Zuchtversuche in Seewasser.

Die Seenadeljungfische bleiben zusammengeringelt in der Brutrinne, bis sie vollständig fertig entwickelt sind, keinen Dottersack und nur noch sehr wenig Dotter um den Darm herum haben. Bei *Syngnathus typhle* sind derartige schlüpfreife Tiere etwa 3 cm lang. Holt man solche Tiere vor ihrem Ausschlüpfen, vielleicht bei einer Länge von 2.5—2.9 cm, aus der Brutrinne heraus, so kann man sie in Seewasser in kleinen durchlüfteten Brutgläsern viele Tage bis einige Wochen bei Planktonfütterung halten. Daß sie unter so wenig natürlichen Bedingungen nicht länger leben bleiben, ist kein Wunder. Jungtiere von *Syngnathus typhle* von 2.7—2.9 cm, die am 4. 8. aus der Brutrinne geholt worden waren, maßen am 9. 8. schon 3.4—3.5 cm. Solche Tiere vertragen also ein direktes Überführen von der Brutrinnenflüssigkeit in reines Seewasser ohne weiteres. Den gleichen Zuchtversuch kann man nun, rückwärts schreitend, bei immer jüngerer Brut machen, bis man zu einem kritischen Entwicklungsstadium kommt, das die Überführung in reines oder verdünntes Seewasser schlecht oder gar nicht mehr ver-

trägt. Jungfische von etwa 2—2.4 cm Länge mit einem noch ziemlich großen Dottersack, ungefähr auf einer Entwicklungsstufe, wie sie die Abb. 3h zeigt, leben meist sehr gut längere Zeit in reinem oder zuerst etwas verdünntem Seewasser. Sie entwickeln sich darin normal weiter, der Dottersack wird allmählich eingezogen, und sie wachsen erstaunlich schnell zu schlanken Seenadeln heran. Bei noch etwas jüngeren Tieren verliert der große Dottersack bei der Überführung in Seewasser manchmal sein gelblich durchscheinendes Aussehen und wird undurchsichtig weiß. Trotzdem bleiben diese Tiere viele Tage leben, aber der Dottersack verschwindet bei ihnen nicht allmählich wie bei ihren Altersgenossen und bei älteren Jungtieren; er ist bis zu ihrem Tode noch nach vielen Tagen als leuchtend weißer Sack sichtbar. Mitunter findet man beim Aufritzen der verklebten Brutfalten neben großen, fast fertig entwickelten Jungfischen ohne Dottersack einige kleinere mit großen, undurchscheinenden weißen Dottersäcken. Wahrscheinlich sind dies mit den anderen gleich alte Tiere, zu denen vorzeitig Seewasser gedrungen ist und ihre Entwicklung gehemmt hat. Sehr viele jüngere Embryonen, etwa in dem Stadium der Abb. 3i, bleiben nur einige Stunden bis zu einem Tag auch in verdünntem Seewasser leben. Wie schon gesagt, verlieren sie beim Herausnehmen aus der Brutrinne fast immer ihre Eihaut. Es ist anzunehmen, daß eine der Hauptursachen, die ein längeres Lebenbleiben dieser Embryonen verhindern, der verschiedene osmotische Druck des Seewassers und der Bruttaschenflüssigkeit ist.

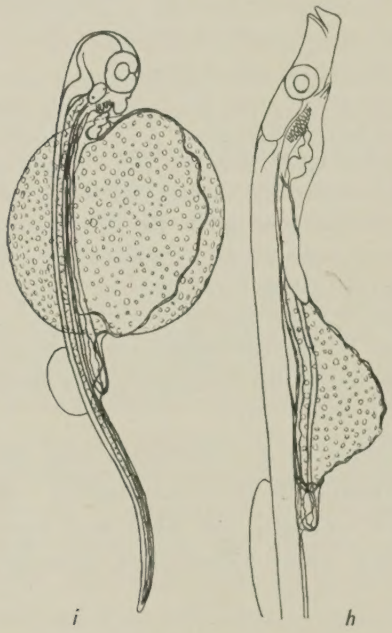


Abb. 3. *Syngnathus typhle* L. Embryonen aus der Brutrinne geholt und in Seewasser gehalten; i) sehr junges Stadium mit großem Dotter und beginnender Kiemenbildung; h) älterer Jungfisch beim Einziehen des Dottersackes, so daß sich die Dottervene stark wellt. Einzelheiten und Pigment weggelassen. Beide Tiere zu Versuch 22 (s. Tabelle 3) gebraucht. Mit Zeichenapparat gez.

Hält man Seepferdchenjungfische, die gerade vom Vater aus der Bruttasche entlassen worden sind, in kleinen durchlüfteten Brutgläsern bei Planktonfütterung, so bleiben sie auch bei sehr sorgfältiger Pflege in der Regel nur etwa 2—3 Wochen am Leben.

Diese Aufzucht entspricht also nicht den natürlichen Bedingungen, und wir dürfen uns nicht wundern, wenn vorzeitig aus der Brusttasche genommene *Hippocampus*-Larven sich in Brutgläsern oft nur 1—2 Wochen weiterentwickeln, um dann zugrunde zu gehen.

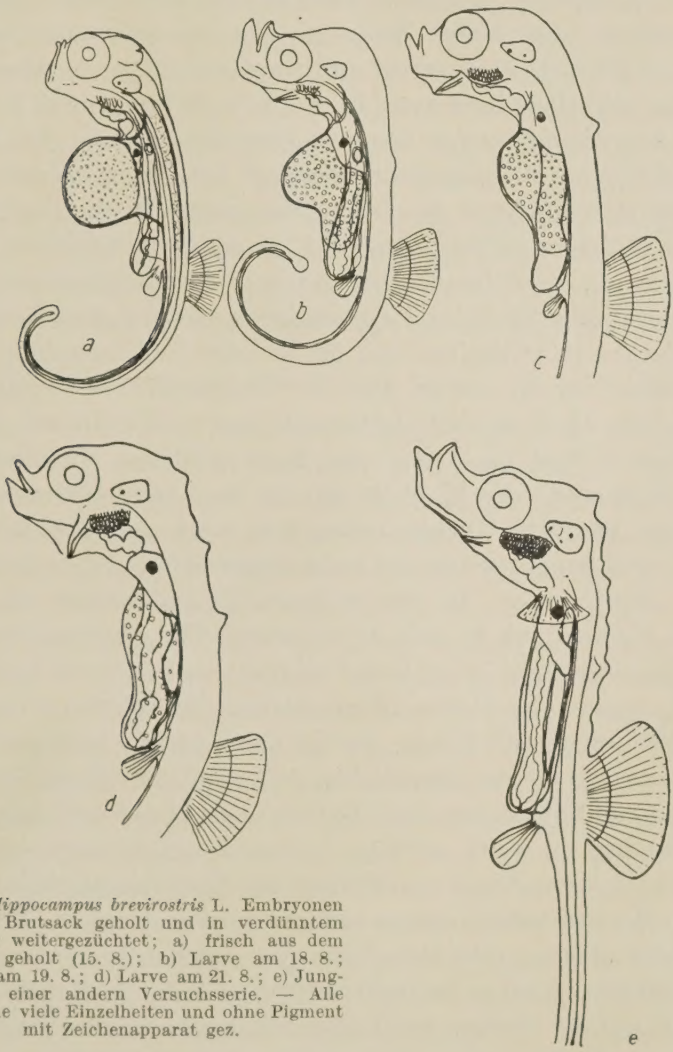


Abb. 4. *Hippocampus brevirostris* L. Embryonen aus dem Brutsack geholt und in verdünntem Seewasser weitergezüchtet; a) frisch aus dem Brutsack geholt (15. 8.); b) Larve am 18. 8.; c) Larve am 19. 8.; d) Larve am 21. 8.; e) Jungfisch aus einer andern Versuchsserie. — Alle Tiere ohne viele Einzelheiten und ohne Pigment mit Zeichenapparat gez.

Sucht man wie bei *Syngnathus* auch bei *Hippocampus* das »kritische Entwicklungsstadium«, so findet man, daß manchmal ein so frühes Stadium, wie Abb. 4a es zeigt, sich eine Zeitlang (1—2 Wochen) in Seewasser oder besser verdünntem Seewasser weiterentwickelt. Am 15. 8. wurden die zarten, vollständig durchsichtigen Embryonen der Abb. 4a dem Brutsack entnommen und in verdünntes Seewasser

(Seewasser: aqua dest. = 10:3) gesetzt. Sie waren meist unbeabsichtigt bei der Herausnahme aus ihren Eihäuten gelöst worden, hatten großen runden Dottersack, noch kleine, schlecht entwickelte Kiemen, unentwickelte »Schnauze«, keine Andeutung der späteren warzigen Auswüchse auf dem Rücken und den Seiten und nur einige wenige, sehr kleine Melanophoren; die Schwimmblase ist als kleines Bläschen hinter der grünen Gallenblase zu sehen. Die Zeichnung desselben Tieres am 18. 8. (Abb. 4b) zeigt, daß der Dottersack unterdessen etwas länglich geworden ist und der Dotter sich teilweise um den Darm herumgelegt hat. Darm, Kiemen und Schnauze sind kräftiger geworden, die ersten Rückenvorsprünge beginnen sich vorzuwölben. Am 19. 8. ist der Dottersack noch mehr eingezogen (c), die Schnauze hat sich sehr in die Länge gestreckt, der vordere Teil der Schwimmblase ist durch die gewachsene Leber verdeckt, dafür beginnt sich ihr hinterer Teil auszubilden, der Darm weicht vor ihr ventral aus; die Kiemen sind feinlappiger geworden. Am 21. 8. ist der Dottersack fast verschwunden, Dotter mit Ölkugeln liegt um Darm und Schwimmblase, die Kieme ist stark differenziert, der Kopf ist sehr in die Länge gewachsen, die Auswüchse auf dem Rücken haben sich stark vermehrt und vergrößert, die Pigmentierung, die nicht eingezeichnet ist, wurde mittlerweile sehr intensiv. In den nächsten Tagen nahmen die Tiere dann die Form an, die in Abb. 4e von einem Tier einer anderen Versuchsreihe gezeichnet ist, während sie mehr und mehr im Absterben begriffen waren: der Dotter ist resorbiert, die Schwimmblase voll ausgebildet, ebenso die Kieme, die Schnauze ist sehr lang geworden.

Es hat sich bei der künstlichen Aufzucht der *Syngnathus*- und *Hippocampus*-Embryonen und -Larven als sehr gut erwiesen, wenn junge Stadien in stark verdünnte Seewasserlösungen eingesetzt wurden und dieses Wasser im Verlauf der Entwicklung beim regelmäßigen Wasserwechsel immer weniger verdünnt wurde. Bei allen Aufzuchten starben sehr viele Tiere, die regelmäßig herausgelesen werden mußten. Daß es bei der künstlichen Aufzucht der Brut aber nicht nur auf die Menge der Ionen ankommt, die das Wasser der Brutgläser enthält, sondern auch auf ihre Art, zeigen folgende Versuchsreihen: Wiederholt wurden sehr junge Seepferdchenembryonen aus der gleichen Bruttasche teilweise in reinen NaCl-Lösungen und teilweise in gleichprozentigen Lösungen von künstlichem Seesalz (nach Herbst) gehalten. Der Salzgehalt der parallelen Versuchsreihen betrug: 2%, 2.5%, 3%, 3.5%, 4%, 4.5%, 5%. Alle Embryonen in den reinen NaCl-Lösungen waren nach längstens

3 Stunden tot, in den Seewasserlösungen von 2—4% lebten die Tiere bis zu 30 Stunden, in den höherprozentigen bis zu 10 Stunden.

Da die weiterentwickelten *Syngnathiden*-Larven, die das kritische Stadium überschritten haben, in Seewasser ihre Entwicklung beendigen können, wenn auch lange nicht so gut wie in den Bruttaschen, findet eine Ernährung dieser Larven und der noch nicht entlassenen Jungfische innerhalb der Bruttasche durch den väterlichen Körper wohl nicht statt. Ferner ist anzunehmen, daß auch die mit riesigen Dottersäcken versehenen Embryonen vor dem kritischen Stadium eine Ernährung durch den väterlichen Körper nicht benötigen. Worin liegt dann aber der Vorteil für die Brut, wenn sie in Bruttaschen eingeschlossen gehalten wird? Offenbar ist doch die *Nerophis*-Brutpflege ursprünglicher als die von *Syngnathus*, und die entwickeltsten Verhältnisse zeigt sicherlich *Hippocampus*.

III. Der osmotische Druck in den Bruttaschen.

Da sich bei den Zuchtversuchen in Seewasser gezeigt hatte, daß bei der künstlichen Aufzucht offenbar auch der osmotische Druck der Flüssigkeit, in der die Brut aufgezogen werden sollte, zu beachten sei, mußte zunächst einmal der osmotische Druck der Bruttaschenflüssigkeit festgestellt werden. Mit den gebräuchlichen Methoden kann der osmotische Druck der sehr geringen Mengen Bruttaschenflüssigkeit nicht bestimmt werden; auch wenn man sie aus vielen Bruttaschen sammelt, ist es immer noch zu wenig. Dazu kommt, daß dieses Zusammenmischen theoretisch bedenklich ist. Denn vielleicht ändert sich der osmotische Druck der Flüssigkeit im Verlaufe der Embryonal- und Larvenentwicklung. Es muß also der osmotische Druck in jedem Embryonalstadium getrennt untersucht werden. In der Literatur wird die Ansicht ausgesprochen, daß die Flüssigkeit innerhalb der Eihaut um den Embryo dieselbe sei wie die in der Bruttasche selber. Sollte dies der Fall sein, so wäre das für unsere Untersuchung sehr günstig, denn beim Öffnen der Bruttasche platzt stets eine Reihe der überaus zarten Eihäute, und die Flüssigkeiten innerhalb und außerhalb der Eihäute mischen sich. Allerdings bleibt stets die eigentliche Bruttaschenflüssigkeit die Hauptmenge.

Im Gegensatz zum Seepferdchenbrutsack sind die unbelegten Brutfalten der Seenadeln nicht an den Rändern miteinander verklebt, in der Brutfaltenrinne befindet sich also Seewasser. Nach der Belegung sind die Ränder der Falten leicht miteinander verklebt, und um die Eier befindet sich eine salzig schmeckende klebrige,

zähflüssige, kolloide Flüssigkeit, die bei der Bestimmung ihres osmotischen Druckes mit der benutzten Methode Schwierigkeiten bereitet.

Zur Bestimmung des osmotischen Druckes (der Saugkraft) eignet sich die von Ursprung und Blum angegebene Methode. Sie beruht auf der Tatsache, daß bei isotonischen Lösungen innerhalb der Grenzen der gegebenen Versuchsbedingungen der osmotische Druck praktisch gleich ist ihrer Dampfspannung. Diese wird gemessen.

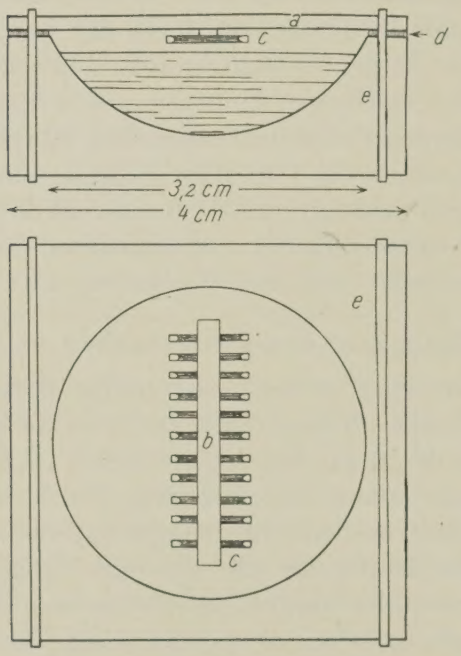


Abb. 5. Feuchte Kammer zur Messung des Dampfdruckes, seitlich und Aufsicht. a = Glasdeckel, b = Plastilinstreifen, c = Haarröhrchen; d = Vaseline, e = Gummiband.

Es wurden aus quadratischen Glasnäpfen mit ebenem Außenboden (siehe Abb. 5), wie sie bei biologischen Arbeiten vielseitig verwendet werden, und dünnen Glasplatten, ebenfalls aus farblosem Glas, feuchte Kammern hergestellt. In den Napf kam eine Rohrzuckerlösung bestimmter Konzentration, und an die Innenseite der Glasplatte wurden an einem Plastilinstreifen kleine Haarröhrchen angeklebt, welche Bruttaschenflüssigkeit enthielten. Ist die Dampfspannung und damit der osmotische Druck der Rohrzuckerlösung gleich der Dampfspannung der zu untersuchenden Flüssigkeiten in den Kapillaren, so verändern sich bei konstanter Temperatur und vollständiger Dampfsättigung der feuchten Kammer die Menisken in den Haarröhren nicht; ist jedoch die Dampfspannung der Kapillarflüssigkeiten größer, der osmotische Druck also geringer als bei der Rohrzuckerlösung, so wird der Abstand zwischen den Menisken der Röhrchen allmählich geringer. Umgekehrt wird die Flüssigkeitssäule in den Röhrchen allmählich größer, wenn der osmotische Druck der Rohrzuckerlösung geringer ist. Die Größe der Flüssigkeitssäule in den Haarröhrchen wird erst bei Beginn des Versuchs und dann innerhalb eines Tages alle paar Stunden unter dem Mikroskop mit dem Okularmikrometer gemessen und in der Anzahl der Teilstriche des Mikrometers ausgedrückt.

Als Vergleichsflüssigkeiten wurden volumnormale Rohrzuckerlösungen (bei etwa 25 °C) verwendet. Zu jedem Versuch wurde eine Serie feuchter Kammern gebraucht, z. B. 4 Kammern mit: 1.: 0.35, 2.: 0.40, 3.: 0.45 und 4.: 0.50 mol Rohrzucker. In jede der mit Fettstift bezeichneten Kammern kamen Haarröhrchen mit den gleichen Bruttaschenflüssigkeiten, z. B. von unbelegten Taschen,

frisch belegten und von solchen mit fertig entwickelten Jungfischen. Aus den Mikrometerablesungen war zu ersehen, welcher Zuckerlösung diese oder jene Bruttaschenflüssigkeit ungefähr entsprach, und man konnte sich bei dem nächsten Versuch darnach richten. Die zu jeder untersuchten Bruttaschenflüssigkeit gehörigen Embryonen wurden mit dem Zeichenapparat zum späteren genauen Vergleich gezeichnet. In jede feuchte Kammer kam als Vergleichskapillare ein Haarröhrchen mit der Zuckerlösung der Kammer. Auch bei diesem änderte sich in der Regel die Flüssigkeitshöhe ein wenig, da die Zimmertemperatur nicht konstant war. Nach dem Kontrollröhrchen wurden die abgelesenen Werte korrigiert. Um größere Temperaturschwankungen auszugleichen, wurden die feuchten Kammern in eine große Glasschale mit Wasser gestellt, die mit einer Glasplatte bedeckt war. Zur Ablesung wurden die feuchten Kammern aus dem Wasser genommen und wegen der schnell entstehenden Verdunstungskälte mit Filtrierpapier abgetrocknet. Damit sich in der feuchten Kammer beim Herausnehmen und Hereinstellen ins Wasser kein Dampf kondensierte oder eine Untersättigung an Dampf eintrat, mußten die Temperaturen in Luft und Wasser etwa gleich groß sein. Unterschiede von 1—2° C wirkten sich schon stark aus. Die Glasplatte auf der feuchten Kammer wurde mit Vaseline oder einer Mischung von Vaseline und Vakuumfett festgeklebt und mit zwei Gummibändern festgehalten. Die Gummibänder dienten gleichzeitig als Füßchen, so daß das Wasser der Glasschale auch unter dem Boden der feuchten Kammer stand. Auf die Innenseite des Deckels der feuchten Kammer wurde vor Beginn des Versuchs ein schmaler Plastilinstreifen gedrückt und dann auf ihm rechtwinklig, parallel zum Deckel, die gefüllten Haarröhrchen in bestimmter Reihenfolge befestigt. Dadurch, daß die Röhrchen vom Glasdeckel etwas abstanden, wurden die einseitigen Temperaturschwankungen abgeschwächt und auftretendes Kondenswasser konnte nicht in die Röhrchen laufen. Die Haarröhrchen wurden aus Jenaer Glas im Gebläse gezogen und hatten eine innere Weite von 0.1—0.3 mm. Zu jeder Versuchsserie wurden natürlich möglichst gleich dicke Kapillaren genommen. Brauchbar zu den Versuchen war von einer 1 m langen Kapillare gewöhnlich nur ein mittleres Stück von höchstens 25 cm Länge. Die etwa 6 mm langen Haarröhrchen, die Verwendung fanden, wurden mit dem Diamanten geschnitten. Zur Füllung wurden die Röhrchen nicht mit einer Pinzette gefaßt, wie es Ursprung angibt, sondern sie wurden mit Klebwachs leicht auf die Spitze eines Bleistiftes oder eines anderen Stäbchens geklebt. Sobald ein Haarröhrchen gefüllt war, wurde das eingetauchte Ende mit Filtrierpapier abgetrocknet und an beiden Enden die Flüssigkeitssäule etwas abgesaugt, so daß sie während des Versuches noch wachsen konnte. Zur Vermeidung großer Ungenauigkeiten mußte natürlich die Randdistanz der Menisken aller Röhrchen möglichst gleich sein, jedoch ist diese gleiche Einstellung der Menisken durch Absaugen mit Filtrierpapier mühsam, und man muß sich oft mit einem geringeren Grad gleicher Einstellung begnügen, damit nicht durch die lange Dauer des Absaugens andere Fehler entstehen. Die Genauigkeit der Methode hängt wesentlich mit von dem möglichen Grad der Genauigkeit beim Ablesen ab. Alle Ablesungen wurden der Assistenz diktiert. Alle Instrumente, Gläser und die benützten Fische wurden vor jedem Versuch gründlich mit destilliertem Wasser gereinigt.

Über die physikalischen Bedingungen und Fehlergrenzen der Methode enthält der Aufsatz von Ursprung und Blum genaue An-

gaben. Häufig wurde mit dieser Methode nicht nur der osmotische Druck der Bruttaschenflüssigkeit, sondern gleichzeitig auch der des Blutes des betreffenden Elterntieres gemessen. Das Blut wurde den Schwanzgefäßen entnommen. Fehler, die durch die Gerinnung entstehen, mußten dabei außer acht gelassen werden.

Nun seien die Ergebnisse dreier Versuchsreihen als Beispiele wiedergegeben.

Tabelle 1. Versuch 26.

Bruttaschenflüssigkeit und Blut von *Hippocampus brevirostris*.
Datum: 22. und 23. 8. 1934.

Vergleichsflüssigkeit in der feuchten Kammer	0.4 mol Rohrzuckerlösung						
Temperatur (° C)	26.2	27		24.7		26.8	
Zeit	22. 8. 9.25	15.30	Diff.	23. 8. 8.35	Diff.	13.30	Diff.
Vergleichsröhrchen *a* . . .	63	63	0	63	0	63	0
Vergleichsröhrchen *b* . . .	83.5	83.5	0	83.5	0	83.5	0
Bruttaschenflüssigkeit BD .	83	81.5	—1.5	81.5	— 1.5	81.5	— 1.5
	87.5	86	—1.5	86	— 1.5	86	1.5
Blut BD	70.5	69.5	—1*	70	— 0.5	70	— 0.5
Bruttaschenflüssigkeit BE .	61.5	65	+3.5	74	+ 12.5	78	+ 16.5
Blut BE	85	85.5	+0.5	83.5	—1.5*	85	0
	0.5 mol Rohrzuckerlösung						
Temperatur (° C)	26.2	27		24.7		26.8	
Zeit	9.25	15.30	Diff.	8.35	Diff.	13.30	Diff.
Vergleichsröhrchen *a* . . .	62.5	62.5	0	62.5	0	62.5	0
Vergleichsröhrchen *b* . . .	81.5	81.5	0	81.5	0	81.5	0
Bruttaschenflüssigkeit BD .	84.5	80.5	— 4	73.5	— 11	72	— 12.5
Blut BD	79	76	— 3	72.5	— 6.5	72.5	— 6.5*
Bruttaschenflüssigkeit BE .	81.5	85.5	+ 4*	übergelaufen			
Blut BE	80	77	— 3	74	— 6	73	— 7*
	0.6 mol Rohrzuckerlösung						
Temperatur (° C)	26.2	27		24.7		26.8	
Zeit	9.25	15.30	Diff.	8.35	Diff.	13.30	Diff.
Vergleichsröhrchen *a* . . .	82.5	82.5	0	83	0	83	0
Bruttaschenflüssigkeit BD .	72.5	67	—5.5	56	— 17	55.5	— 17.5
Blut BD	93.5	89.5	—4	82	— 12	nicht mehr ablesbar	
Bruttaschenflüssigkeit BE .	70.5	73	+2.5	78	+ 7	79.5	+ 8.5
Blut BE	83.5	78.5	—5	72.5	— 11.5	71	— 13

* Unterschiede von 0.5—1 können auch durch Ablesungsfehler entstehen.

BD = *Hippocampus brevirostris* mit sehr jungen Embryonen (etwas jünger als Abb. 4a).

BE = *Hippocampus brevirostris* mit fast fertigentwickelten Jungfischen (kein Dottersack mehr, große dornige Auswüchse auf dem Rücken, stark pigmentiert).

Der osmotische Druck der Bruttaschenflüssigkeit BD betrug ein wenig unter 0.4 mol Rohrzuckerlösung (volumnormal), das sind etwa 11 Atmosphären. Das dazugehörige Blut und das Blut BE hatten etwa den gleichen Druck. Die Bruttaschenflüssigkeit BE hatte einen osmotischen Druck, der bedeutend höher war als 0.6 mol Rohrzuckerlösung.

Tabelle 2. Versuch 25.

Bruttaschenflüssigkeit von *Syngnathus typhle* und *Hippocampus brevirostris*.

Datum: 20. bis 22. 8. 1934.

Vergleichsflüssigkeit in der feuchten Kammer	0.55 mol Rohrzuckerlösung								
Temperatur (° C)	26.5	25.9		23.3		26		24.7	
Zeit	20. 8.		Diff.	21. 8.	Diff.		Diff.	22. 8.	Diff.
	17	20.15		8.20		15.40		8.05	
Vergleichskapillare	80.5	81.5	0	81.5	0	84	0	84.5	0
Bruttaschenflüssigkeit *k*. .	64.5	65.5	0	67	+1.5	70	+ 2	73	+ 4.5
„ *l*. .	70.5	74	+2.5	78	+6.5	84.5	+ 10.5	92	+17.5
„ BC.	81	82	0	82	0	85.5	+ 1	88	+ 3
	0.6 mol Rohrzuckerlösung								
Temperatur (° C)	26.5	25.9		23.3		26		24.7	
Zeit	20. 8.		Diff.	21. 8.	Diff.		Diff.	22. 8.	Diff.
	17.25	20.15		8.20		15.40		8.05	
Vergleichskapillare	81	81	0	81	0	80.5*	0	81	0
Bruttaschenflüssigkeit *k*. .	69	69	0	70	+1	70	+1.5	70.5	+1.5*
„ *l*. .	87.5	87.5	0	92.5	+4.5	95	+8	100	+ 12.5
„ BC.	77	77	0	76	—1	76	—0.5*	76	—1
	0.65 mol Rohrzuckerlösung								
Temperatur (° C)	26.5	25.9		23.3		26		24.7	
Zeit	20. 8.		Diff.	21. 8.	Diff.		Diff.	22. 8.	Diff.
	17.25	20.15		8.20		15.40		8.05	
Vergleichskapillare	75	75.5	0	75	0	75	0	76.5	0
Bruttaschenflüssigkeit *k*. .	78	78.5	0	79	+1	79.5	+ 1.5*	mit Mikroorganismen infiziert	
„ *l*. .	68	68.5	0	72	+4	74.5	+6.5	78	+ 8.5
„ BC.	90	88.5	—2	87.5	—2.5	88	—2*	87.5	—4

* Unterschiede von 0.5—1 können auch durch Ablesungsfehler entstehen.

k = *Syngnathus typhle* mit fast fertigentwickelten Jungfischen (mit kleinem Dottersackrest).

l = *Syngnathus typhle* mit fertigentwickelten Jungfischen ohne Dottersack.

BC = *Hippocampus brevirostris* mit Jungfischen, etwas junger als die in Versuch 26 BE (Rückenauswüchse noch schwach entwickelt).

Die Brutrinne *k* war von vorn bis hinten geschlossen und mit Jungtieren gefüllt, während die Rinne *l* nur im hinteren Drittel belegt war. Die leimartige Hüllflüssigkeit sperrte den belegten Teil von dem vorderen offenen Teil ab, zu dem das Meerwasser Zutritt hatte. Die kolloidale Flüssigkeit *l* hatte einen osmotischen Druck, der weit über 0.65 mol Rohrzucker lag, schätzungsweise bei 0.75—0.8 mol. Sehr viel geringer, offenbar um 0.65 bis 0.7 mol, war die Saugkraft der Flüssigkeit *k*. Da aber diese Flüssigkeit mit Mikroorganismen verunreinigt war (frisch herausgenommene Flüssigkeit wimmelte manchmal von kleinen Infusorien), entstand eine kleine Ungenauigkeit.

Der osmotische Druck der Flüssigkeit BC war nur sehr wenig geringer als 0.6 mol Rohrzuckerlösung, das sind also etwa 17 Atmosphären.

Tabelle 3. Versuch 22.
Bruttaschenflüssigkeit von *Syngnathus typhle* und *Hippocampus brevirostris*.
Datum: 13. und 14. 8. 1934.

Vergleichsflüssigkeit in der feuchten Kammer	0.475 mol Rohrzuckerlösung						
Temperatur (° C)	25.7	25.2		23.7		25.2	
Zeit	13. 8.			14. 8.			
	16.45	18.05	Diff.	8.15	Diff.	16.40	Diff.
Vergleichskapillare	79.5	79.5	0	80	0	80.5	0
Bruttaschenflüssigkeit *h*. .	76.5	78.5	+2	86	+9	95.5	+18
„ *i* . .	70	71	+1*	70	—0.5	70	—1
„ *AX*	75	77	+2	78.5	+3	80	+4
	0.6 mol Rohrzuckerlösung						
Temperatur (° C)	25.7	25.2		23.7		25.2	
Zeit	13. 8.			14. 8.			
	16.45	18.05	Diff.	8. 15	Diff.	16.40	Diff.
Vergleichskapillare	75	75	0	75	0	75	0
Bruttaschenflüssigkeit *h*. .	69.5	70.5	+1	75	+5.5	80	+10.5
„ *i* .	91.5	91.5	0	88	3.5	87	—4.5
„ *AX*.	76	77	+1*	73	—3	72.5	—3.5
	0.7 mol Rohrzuckerlösung						
Temperatur (° C)	25.7	25.2		23.7		25.2	
Zeit	13. 8.			14. 8.			
	16.45	18.05	Diff.	8.15	Diff.	16.40	Diff.
Vergleichskapillare	85	86	0	86	0	86.5	0
Bruttaschenflüssigkeit *h*. .	80.5	80.5	—1*	83	+ 1.5	85	+3
„ *i* .	88.5	88.5	—1	78.5	—11	76	—14
„ *AX*.	75	75	—1	70	—6	67.5	—9

* Unterschiede von 0.5—1 können auch durch Ablesungsfehler entstehen.

h = *Syngnathus typhle* mit Jungfischen, die in Abb. 3h gezeichnet sind.

i = *Syngnathus typhle* mit den Embryonen Abb. 3i.

AX = *Hippocampus brevirostris* mit Jungfischen, die sich noch in der Eihaut befinden, aber nur noch wenig Dotter haben. Der hintere Teil der Schwimmblase tritt noch nicht in Erscheinung.

Der osmotische Druck der Flüssigkeit *i* entspricht fast einer Rohrzuckerlösung von 0.475 mol, das sind ungefähr 13.5 Atmosphären. Die Flüssigkeit *h* hat eine noch etwas höhere Konzentration als 0.7 mol Rohrzucker; der osmotische Druck von *AX* mit den weiter entwickelten Jungfischen ist bedeutend geringer, zwischen 0.475 und 0.6 mol Rohrzuckerlösung.

Im ganzen ergab sich bis jetzt folgendes allgemeine Bild: Der osmotische Druck in den Bruttaschen der Seepferdchen und Seenadeln ist meist sehr viel geringer als der des Mittelmeerwassers und des Neapeler Aquariumwassers.

Von Botazzi wird die Gefrierpunktserniedrigung des Neapeler Aquariumwassers bestimmt mit $\Delta = 2.269°$ und $2.279°$. Mit der Van't Hoffschen Formel für wässerige Lösungen $P = 4.57 \cdot T\, p—p'^1/p = 12.07 \cdot \Delta t$ (Gefrierpunktserniedrigung[1]) ergibt sich daraus ein osmotischer Druck P von 27.387 und 27.408 Atmosphären oder, durch Interpolation der in den Tabulae biologicae 1 angeführten Zahlen, von 27.228 und 27.348 Atmosphären. Das entspricht einer volumnormalen Rohrzuckerlösung, nach den Angaben der biologischen Tafeln interpoliert, von etwa 0.845 und 0.846 mol Rohrzuckerlösung. Zur Versuchszeit scheint das Neapeler Aquariumwasser noch etwas konzentrierter gewesen zu sein, entsprechend einer Rohrzuckerlösung von etwa 0.87—0.9 mol. Das Wasser aus dem Golf von Neapel ist sehr viel weniger konzentriert. Nach Henze und Wendicke enthält das Aquariumwasser 4.2986% und 4.3939% Salz, das Golfwasser aber nur 3.7—3.87%. Nach den Angaben über die Gefrierpunktserniedrigung des Mittelmeerwassers in den biologischen Tafeln errechnet sich ein osmotischer Druck von etwa 25 Atmosphären für dieses. Nach obigen Angaben beträgt der osmotische Druck für Aquariumwasser bis zu 29 Atmosphären.

Die durch Messungen mit der oben beschriebenen Methode bestimmten Werte für den osmotischen Druck der Bruttaschenflüssigkeit bei *Hippocampus* und *Syngnathus* ersehen wir aus folgender Tabelle.

Tabelle 4.

Der osmotische Druck der Bruttaschenflüssigkeit in Atmosphären.

Entwicklungsstadien der Brut	*Hippocampus*	*Syngnathus typhle*
In noch unbelegten Taschen.	10—11	mit Meerwasser gefüllt
Sehr junge Stadien (Abb. 4a, 3i)	10—11	12—15
Mittlere Stadien (Abb. 4c, 3h und jünger)	11—13	17—20
Fertig entwickelte Jungfische (Abb .4e). .	15—20	22—27

[1] T = Absolute Temperatur, p = Dampfdruck des reinen Lösungsmittels, p' = Dampfdruck des Lösungsmittels über der Lösung.

Da das Seepferdchenblut nach obigen Messungen ebenfalls eine Saugkraft von etwa 10—11 Atmosphären hat, herrscht bei frisch belegten Taschen kein osmotisches Gefälle vom Blut zu der Bruttasche und den Embryonen; eine etwaige väterliche Ernährung der Embryonen könnte also nur durch eine reine Diffusion erfolgen. Bei älterer Brut wäre durch die stärkere Konzentration der Taschenflüssigkeit die Bedingung einer osmotischen Ernährung der Embryonen durch den Vater gegeben, semipermeable Wände vorausgesetzt. Aber wir haben ja gesehen, daß sich diese Larven auch außerhalb der Bruttaschen fertig entwickeln können, eine Ernährung also zum mindesten nicht nötig ist.

In einigen unbelegten Seepferdchenbruttaschen wurden Drucke zwischen 22 und 25 Atmosphären gemessen; aus diesen Taschen waren wohl die Jungen schon entlassen worden. In einigen Taschen mit fertig entwickelten Jungen wurden Drucke über 21 Atmosphären gemessen; wahrscheinlich wurden aber aus diesen Taschen gerade die Jungen entlassen, und es war schon Seewasser in die Tasche geraten. Die Jungen werden durch Einbiegen des Schwanzes vom Vatertier durch die jetzt nach hinten rißförmig erweiterte Öffnung der Bruttasche herausgedrückt. (Ein Wälzen des Vaters auf dem Boden, wie angegeben wird, wurde dabei nicht gesehen.)

Bei den Seenadeln hat die leimige Flüssigkeit der Brutrinne bei gleichem Entwicklungsstadium der Brut nicht immer den gleichen osmotischen Druck; das kommt wohl daher, daß die beiden häutigen Brutfalten an ihrer Verklebungsstelle oft nicht richtig schließen. *Syngnathus* nimmt auch insofern in der Brutpflege eine Mittelstellung zwischen *Nerophis* und *Hippocampus* ein, als die Brut in konzentrierterer Flüssigkeit als beim Seepferdchen lebt. Der Schritt von *Nerophis* zu *Syngnathus* ist also kein so großer.

Es ist überaus zweckmäßig, daß sowohl beim Seepferdchen als auch bei der Seenadel der osmotische Druck der die Eier und Larven umgebenden Flüssigkeit mit fortschreitender Entwicklung der Brut gesteigert wird, bis er dem des Seewassers nahekommt, in das die Jungen entlassen werden. Wie er gesteigert wird, ist noch ungeklärt. Da die Bruttaschenflüssigkeit salzig schmeckt, könnte man beim Seepferdchen daran denken, daß die Bruttaschenöffnung am Vorderende ab und zu für Augenblicke geöffnet werde. Aber irgendein Anhaltspunkt für diese Vermutung wurde nicht gefunden; die starken Ringmuskeln halten die Öffnung immer so fest geschlossen, daß man nur mit einer gewissen Kraftanstrengung eine Sonde einführen kann. Eine Diffusion von Seewasser durch die zähen dicken Bruttaschenwände ist unwahrscheinlich. Dagegen wäre ein allmählich immer stärkeres Eindringen von Seewasser in

den belegten Brutraum der Seenadeln gut denkbar. Wenn am Schluß der Entwicklung der Seenadeljungen der osmotische Druck in der Brutrinne fast so groß ist wie der des Seewassers, rührt dies teilweise sicherlich davon her, daß sich die Verkittung der beiden Brutfalten gelockert hat und Seewasser eindringen konnte. Am Ende der Brutentwicklung ist die Brutrinnenflüssigkeit auch nicht mehr so stark leimig wie vorher.

Ob die Saugkraft kontinuierlich oder ruckweise gesteigert wird, können nur sehr viele weitere und sehr genaue Bestimmungen erweisen. Der bisher benutzten Meßmethode haften noch manche Mängel an: Die mit der Hand — nicht maschinell — durch Ausziehen von Glasröhren gewonnenen Haarröhrchen haben niemals absolut gleiche innere Weite. Die Randdistanz bei den Röhrchen einer Serie war oft von vornherein ungleich oder wurde es zu allermeist stark im Verlaufe des Versuches. Das verändert aber die Dampfspannung. Ferner sind, wie die mitgeteilten Tabellen erweisen, die Temperaturschwankungen doch verhältnismäßig groß. Auch spielt die Glassorte der Röhrchen eine gewisse Rolle. Da jeder Versuch verhältnismäßig lange dauert, können Mikroorganismen die Lösungen verändern. Aber trotz der Mängel und kleinen Ungenauigkeiten waren die Ergebnisse aller Versuche in der Hauptrichtung gleich:

1. Für einander entsprechende Entwicklungsstadien der Brut war der osmotische Druck der Bruttaschenflüssigkeit der Seepferdchen immer geringer als derjenige der leimigen Hüllflüssigkeit um die Seenadelbrut.

2. Bei jüngerer Brut war die Flüssigkeit immer weniger konzentriert als bei älterer.

3. Erst bei fertigentwickelten Jungtieren kam der osmotische Druck der Flüssigkeit dem des Seewassers zuweilen sehr nahe.

4. Beim Seepferdchen war am Anfang der Embryonalentwicklung der osmotische Druck der Bruttaschenflüssigkeit dem des Blutes etwa gleich.

Literatur.

Henze, M., Untersuchungen an Seetieren. Biochem. Arbeitsmeth. **1910**, 1064—1113.

Rauther, M., Die Syngnathiden des Golfes von Neapel. Fauna e Flora del Golfo di Napoli. 36. Monographie. 1925.

Ursprung, A., und Blum, H., Zwei neue Saugkraft-Meßmethoden. Jb. Bot. **72** (1930) 254—334.

Wendicke, Fr., Hydrographische Untersuchungen des Golfes von Neapel im Sommer 1913. Mitt. Zool. Stat. Neapel **22** (1914—1921) 329—362.

Stark gehöckerte und bestachelte Armadillidiidae.

(5. Beitrag zur Landisopodenfauna des Balkans.)

Von Pd. Dr. Hans Strouhal, Wien.

(Mit 17 Abbildungen.)

Eingeg. 15. Oktober 1934.

Zu den Armadillidiiden gehören teils Arten mit vollkommen glatten Tergiten, teils aber auch Arten, deren Rücken mit Höckern besetzt ist. Unter den letzteren gibt es nun eine Anzahl, bei welchen die Höcker auffallend stark entwickelt sind, verhältnismäßig lang werden und dann zapfen-, stachel- oder blattförmig vorragen. Solche in folgendem behandelte Arten gehören verschiedenen Gattungen an.

Schon seinerzeit [1, S. 8][1] wurde im Anschluß an Verhoeff darauf hingewiesen, daß der allgemeine Habitus der Armadillidien im engsten Zusammenhang mit dem Einrollungsvermögen dieser Tiere steht. Die weniger stark gewölbten oder pseudosphärischen Formen (vgl. Verhoeff [5, S. 50]) rollen sich nur unvollkommen ein. Ihre Epimeren sind schräg abgedacht in »Anpassung an das Streben dieser Tiere, sich möglichst dicht an die Unterlage anzudrücken«. Bei den stärker gewölbten oder eusphärischen Arten ist die Volvation eine vollkommenere; verschiedene Umbildungen am Vorder- und Hinterende des Körpers gegenüber den pseudosphärischen Arten und die steil abfallenden Epimeren sind offensichtlich Anpassungen an das Einrollungsvermögen.

Im Zusammenhang mit der fortschreitenden Ausbildung der Volvation dürfte, worauf auch schon hingewiesen wurde [1, S. 9], das Verschwinden der Rückenhöcker bei eusphärischen Arten stehen, was erklärlich ist, wenn man das Einrollen als eine Einrichtung betrachtet, die es den Tieren ermöglicht, sich vor Nachstellungen zu schützen. Daß die glatte, ungehöckerte Oberfläche einer eingerollten Kugelassel das Verschwinden in Spalten und Löchern erleichtert, wird jeder schon beobachtet haben, der unsere einheimischen Armadillidien, die alle glatt sind, einmal gesammelt hat. Und tatsächlich besitzen auch die meisten eusphärischen Kugler nur schwach ausgebildete oder überhaupt keine Höckerchen, während wieder umgekehrt die pseudospha-

[1] Die in [ ] angeführten Zahlen beziehen sich auf das Literaturverzeichnis.

rischen Arten meist durch eine Höckerung ausgezeichnet sind. Zur letzteren Gruppe gehört auch das hier besprochene *Armadillidium odhneri*; mit dessen Einrollungsvermögen hat sich schon Verhoeff [5, S. 48, 50] eingehend beschäftigt.

Anders verhält es sich mit den übrigen unten beschriebenen Arten. Diese sind hochgewölbte Formen, deren Rücken aber mit deutlichen Höckern (*Armadillidium omblae*) oder sogar mit relativ langen Stacheln (*Echinarmadillidium*) besetzt ist.

Bei *A. omblae* ist freilich nur der mittlere Teil der Rückenfläche ziemlich stark gewölbt, während die Epimeren auffallend schräg abgedacht, am Seitenrande des 1. Thorakalsegmentes sogar aufgekrempt, fast horizontal gestellt sind. Bei der Einrollung stehen dann die Epimeren des 2. bis 7. Thorakalsegmentes zusammen mit den Hinterzipfeln der 1. Thorakalepimeren in einem Bündel seitlich ab, während die Seitenränder und die Vorderzipfel der 1. Epimeren zusammen mit den vorgezogenen Seitenlappen der Stirn und der ebenfalls vorgezogenen Stirnplatte in einer fast horizontalen Ebene liegen und beim Einrollen an die sehr schräg abgedachten Epimeren der Abdominalsegmente und an die flachgedrückten Uropoden-Exopodite und das Telson angepreßt werden. Die Vorderseite der Antennenlappen ist flach und liegt mit dem Stirndreieck in gleicher Ebene. Zwischen den Lappen und dem Dreieck befindet sich die zur Aufnahme der Antennen bestimmte Furche, die sich nach außen zwischen Lappen und 1. Epimeren fortsetzt. Die Antennen sind bei der Volvation in ihrer Gänze verborgen. Das eingerollte Tier stellt also eine Kugel dar mit zwei seitlich vorgezogenen Polen (die in Bündel vorstehenden Thorakalepimeren), die dann auf einer Seite durch eine vorgezogene halbkreisförmige Leiste verbunden sind. *A. omblae* besitzt trotz starker Rückenwölbung dachartig abgeschrägte Epimeren; es vermag sich aber doch vollkommen einzurollen, wenngleich es dabei keine richtige Kugel bildet. Die Bildungen am Vorder- und Hinterende führen trotzdem, freilich in einer anderen Weise als bei den eigentlichen eusphärischen Armadillidien, zu einem vollkommenen Verschluß zwischen den beiden Enden.

Echinarmadillidium absoloni (und ganz ähnlich liegen auch die Verhältnisse bei *E. fruxgalii*) ist trotz seiner relativ langen Rückenfortsätze ein typischer eusphärischer Kugler mit hochgewölbtem Rücken und steil abfallenden Epimeren. Nur der Seitenrand und die Vorderzipfel der 1. Epimeren sind aufgekrempt, doch kommt es an dieser Stelle durch die an der Unter-

seite der Epimeren ausgebildete Furche zwischen dem Seitenrande und den Coxopoditwülsten einerseits und dem Seitenrande der Epimeren des 7. thorakalen und des 3. und 4. abdominalen Segmentes andererseits trotzdem zu einem Verschluß. Auch die beiden Enden des Körpers zeigen Anpassungen an die vollkommene Einrollung: An den schwach nach hinten abgebogenen Oberrand des Stirndreiecks legt sich das Telsonende; der Raum zwischen den nach hinten abgebogenen seitlichen Fortsetzungen des oberen Dreieckrandes und den Uropoden-Exopoditen und Epimeren des 5. Abdominalsegmentes wird bei der Volvation vom 4. und vom basalen Teil des 5. Schaftgliedes der Antennen ausgefüllt. Die meisten der in Alkohol konservierten Tiere sind selbst noch im Tode zu einer beinahe geschlossenen Kugel zusammengerollt.

Vorliegender Aufsatz behandelt zum Teil Isopoden, die Herr o. Prof. Dr. Karl Absolon, Brünn, seinerzeit anläßlich seiner Forschungen in den Höhlen des westlichen Balkans gesammelt und mir in liebenswürdiger Weise zur Bearbeitung übergeben hat. Eine größere Anzahl des *Armadillidium odhneri* erhielt ich von Herrn Prof. Dr. Karl Rothe, Wien. Beiden Herren danke ich herzlich für die Überlassung des Tiermaterials.

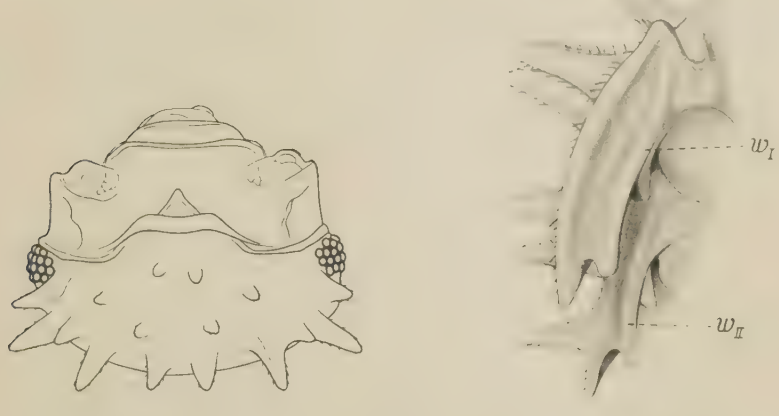
**Echinarmadillidium fruxgalii*[2] Verhoeff.

1900, S. 128 (*Armadillidium*) [3]. — 1901, S. 34 (*Echinarmadillidium*) [4].

Der stark vorgezogene obere Rand der nach vorn schräg gestellten Stirnplatte fällt schräg nach außen ab und setzt sich seitlich als immer schwächer werdende Falte zwischen den abgebogenen Seitenkanten der Stirn und den abstehenden Antennenlappen bis auf die Höhe der Ozellen fort, ohne aber mit den Seitenkanten, vor den Augen, deutlich in Verbindung zu treten. Die mittlere Stirnkante geht also, entgegen Verhoeff, nicht direkt in die Seitenkanten über (Abb. 1). In der Ausbildung des Stirndreiecks und der Seitenkanten der Stirn erinnert *E. fruxgalii* an jene Arten der Untergattung *Armadillidium*, bei welchen sich die Randlinie der Stirnplatte seitlich zwischen den Seitenkanten der Stirn und den Antennenlappen als Falte fortsetzt. Bei dem größeren untersuchten weiblichen Exemplar (4 mm lang) verhalten sich die Längen der beiden Antennen-Geißelglieder (ohne Endstäbchen) wie 1:3.5. Nach Verhoeff [4, S. 34] soll dieses Längenverhältnis 1:6—7 betragen (wahrscheinlich das Endstäbchen mit einbezogen). Linke Mandibel am distalen Ende mit

[2] Ein dem Tiernamen vorangesetztes * bedeutet, daß die betreffende Art der Balkanfauna angehört, ein †, daß sie auf dem Balkan nicht vorkommt.

1 Doppelzahn und 1 dreiteiligen Zahn, also 5zähnig, mit einigen am Ende zerschlitzten Borsten und 1 Bündel Strahlenborsten. Rechte Mandibel mit 1 einfachen und 1 Doppelzahn, also 3zähnig. Sonst wie die linke Mandibel, mit mehreren zerschlitzten, nur etwas kürzeren Borsten und 1 Bündel strahlenförmig auseinandergehenden Borsten, das nach VERHOEFF [4, S. 34] angeblich fehlen soll. Endit des Coxale der 1. Maxille am Ende innen mit 2 gedrungenen Fiederborsten, außen mit einer spitzen Stachelecke; Endit des Basale am Ende außen mit 4 kräftiger chitinisierten, einfachen Zähnen, innen mit 5 schwächer chitinisierten, am Ende gespaltenen Zähnen. Am Außenrande in der Endhälfte dicht behaart. Innenlappen der 2. Maxille dicht behaart, Außenlappen



1. 2.

Abb. 1. *Echinarmadillidium fruxgalii* Verh., ♀, 6 mm lang (Süddalmatien, Crust. Abt. d. Naturhist. Mus. Wien, leg. et det. Verhoeff). Kopf von oben, 30 ×.
Abb. 2. *Echinarmadillidium fruxgalii* Verh., ♀, 4 mm lang (Duboki dô bei Njeguš, Montenegro, leg. Absolon). Unterseite der rechten Epimeren des 1. und 2. Thorakalsegmentes mit den Coxopoditwülsten (w_I und w_{II}). 45 ×.

einfach. Die Coxopoditwülste unter dem Seitenrande des 1. und auch 2. Thorakalsegments sind deutlich ausgebildet; sie reichen nach hinten nicht bis zur Hinterecke des Tergits (Abb. 2). Telson an der Basis mehr als doppelt so breit als lang, hinten breit abgestutzt, die Seiten im Bogen eingebuchtet, die Hinterecken abgerundet. Uropoden-Propodite an der Basis so breit als lang, doppelt so lang und fast doppelt so breit als die hinten abgerundeten Exopodite. Endopodite ganz wenig über den Hinterrand der Propodite vorragend. Da das zur Verfügung gestandene Material nur 1 noch jugendliches männliches Exemplar (2.5 mm lang) enthält, läßt sich über die am 7. Thorakalbein und an den 1. Pleo-

poden des Männchens der Armadillidiiden in der Regel zum Ausdruck kommenden Artmerkmale nur andeutungsweise etwas sagen, da diese noch nicht völlig ausgebildet sind. Ischiopodit des 7. Thorakalbeines distalwärts allmählich verdickt, der Unterrand gerade. Seine Vorderseite auf der Mitte mit einer Längsreihe von breiten queren Schuppen, der übrige Teil mit rundlichen Schuppen bedeckt. Innenlappen der 1. Pleopoden-Exopodite hinten breit gerundet und wenig vorspringend. Endteile der 1. Pleopoden-Endopodite außen in der Mitte im Bogen ausgebuchtet, vor dem Ende flach bogig ausgeschnitten. Rücken des Körpers von behaarten Stacheln bedeckt (Abb. 2), über deren Verteilung schon VERHOEFF [3, S. 129] berichtet: In Abb. 10 (und nicht 11) gibt VERHOEFF die Anordnung der Stacheln auf dem 1. Thorakalsegment, in Abb. 11 die Lage der Stacheln auf dem Kopfe wieder. Das 7. Thorakalsegment besitzt in der vorderen Querreihe (auch bei einem von VERHOEFF stammenden, im Wiener Naturhistorischen Museum befindlichen, 6 mm langen Weibchen) nur 6 Stacheln (und nicht 8, wie die vorderen Thorakalsegmente 2—6), in der hinteren Querreihe 12 Stacheln.

Vorkommen: Lok. 636 der »Biospeologica balcanica«, Duboki dô, Höhle bei Njeguš in Montenegro, 11. X. 1916, 1 ♂, 2.5 mm, 1 ♀, 4 mm lang, zusammen mit Anophthalmen, Weberknechten, *Nemastoma titaniacum* ROEW., *Nelima troglodytes* NOSEK, leg. K. ABSOLON. — VERHOEFF [3, 4] sammelte seine Exemplare im Ombla-Tale und auf der Halbinsel Lapad bei Gravosa »im ersten Frühling, gleich nach dem Frühlingsregen . . . an feuchten Stellen in Dorngebüschen unter Steinen« und »unter Pflanzenabfällen«. In ihrem Äußeren erinnern die Tiere, wie VERHOEFF ausführt, »sehr an die beborsteten Samen gewisser Umbelliferen (oder von *Galium*), welche an ihren Aufenthaltsorten ebenfalls umherliegen.« Doch soll damit wahrscheinlich nicht gesagt sein, daß etwa diese Tiere Nachahmer der Pflanzensamen sind. Dies geht schon daraus hervor, daß sie auch an Örtlichkeiten (z. B. in Höhlen, obwohl sie keine echten Höhlentiere sind) leben, wo solche Samen normalerweise nicht vorkommen.

E. truxgalii wurde von VERHOEFF [3, S. 128] zuerst als eine *Armadillidium*-Art beschrieben, bald darauf [4, S. 34] aber zum Typus einer neuen Gattung, *Echinarmadillidium*, gemacht. Diese Gattung ist charakterisiert durch ein vollkommenes Einrollungsvermögen, durch den (wenigstens in der Jugend) mit kegelartigen Erhebungen oder Stacheln bedeckten Rücken, durch die am 1. und 2. Thorakalsegment unter dem Seitenrande der Länge nach gespaltenen Epimeren, wobei die an der Unterseite liegenden inneren Wulste am 1. Segment weder die Vorder- noch die Hinterecke der Epimeren erreichen, durch einen an den Seiten des

1. Thorakalsegmentes seitlich breit abstehenden, aufgekrempten Saum, durch das im Verhältnis zum 1. Glied auffallend lange 2. Glied der Antennengeißel und durch das im Verhältnis zum Uropoden-Propodit auffallend kleine, am Ende abgerundete Exopodit.

Zur gleichen Gattung gehört noch die folgende neue Art, die nach ihrem Entdecker, Herrn Prof. Dr. Karl Absolon, Brünn, ihren Namen führen soll.

**Echinarmadillidium absoloni* nov. spec.

Antennenlappen und Stirndreieck wie bei *fruxgalii*, nur daß der abgebogene, weniger stark vorgezogene obere Rand der Stirnplatte seitlich direkt in die Seitenkanten der Stirn übergeht. Bei Erwachsenen (7.5 mm lang) liegt hinter den Seitenkanten der Stirn, zu diesen parallel, jederseits auf der Dorsalseite des Kopfes, eine zweite Querleiste, so daß *E. absoloni* in dieser Hinsicht, freilich nur scheinbar, an die Verhältnisse der *bicurvatum*-Gruppe in der Untergattung *Armadillidium* erinnert. Die hinteren Querkanten sind nicht die Seitenkanten der Stirn. Sie werden erst bei Halbwüchsigen jederseits der Kopfmitte durch 2 in einer Querreihe stehende Höckerchen angelegt, die innen von den Augen zur Ausbildung gelangen. Bei Erwachsenen sind dann die Höcker durch eine quere leistenartige Erhebung verbunden (Abb. 3). Länge des 1. Gliedes der Antennengeißel : Länge des 2. Gliedes = 1:2.7—2.8. (In die Länge des 2. Gliedes ist das am Gliedende befindliche lange, an seinem Ende zerschlitzte Stäbchen nicht einbezogen.) Linke und rechte Mandibel am Distalende mit 1 zweiteiligen und 1 dreiteiligen Zahn, also 5zähnig, mit zerschlitzten Borsten und einem Strahlenbündel von Borsten. Endit des Basale der 1. Maxillen mit 4 stärkeren einfachen und 4 schwächeren, am Ende gespaltenen Zähnen; sonst wie bei *fruxgalii*. Die dichtgestellten Haare des inneren, kleineren Lappens am Ende der 2. Maxillen (Basale) sind länger und kräftiger als die des größeren äußeren Lappens (Endopodit). Maxillarfuß wie bei *E. fruxgalii*: Endopodit am Endrande, nahe der Innenecke, ventral mit 1 kräftigen Borste, dorsal mit kleinem Zähnchen; in der Mitte des Randes 1 größeres, außen von diesem 1 kleineres Zähnchen. Coxopoditwülste sind nur am 1. Thorakalsegmente deutlich ausgebildet, am 2. Segment nur durch eine schwache Erhabenheit angedeutet (Abb. 4, w_{II}). Telson hinten breit abgestutzt. Uropoden-Propodit an der Basis etwas breiter als lang, doppelt so lang und

doppelt so breit als das Exopodit. Exopodit hinten und außen breiter abgerundet als bei *fruxgalii*. Endopodit gegen das bis zum Hinterrand des Propodit reichende Hinterende keulig verbreitert (Abb. 5). Ischiopodit des 7. männlichen Thorakalbeines (Abb. 6)

Abb. 3 und 4. *Echinarmadillidium absoloni* n. sp., ♀, 7.5 mm lang. Abb. 3. Kopf von oben, 25 ×. — Abb. 4. Unterseite der linken 1. und 2. Thorakalepimeren mit den Coxopoditwulsten (w_I und w_{II}), 50 ×.

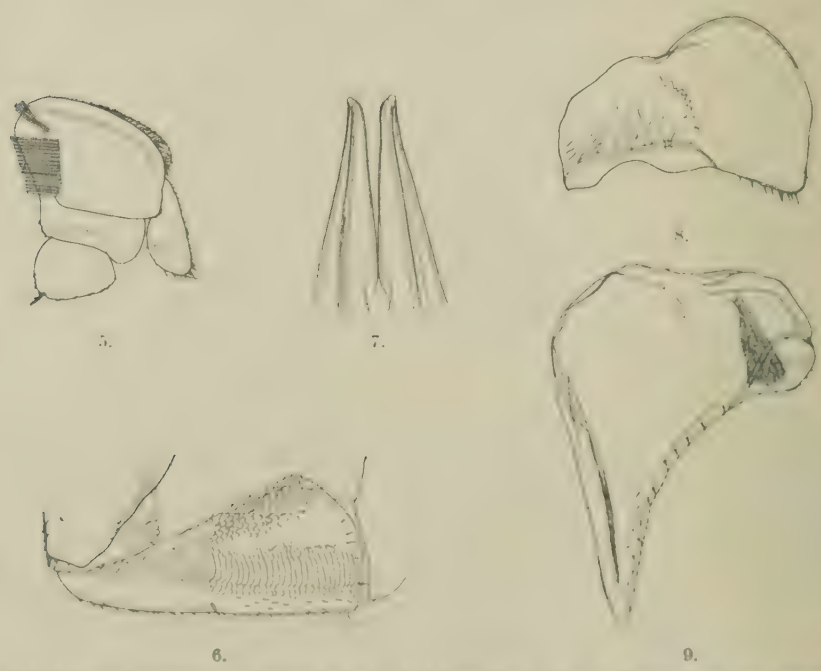
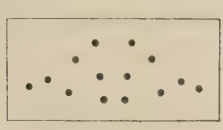


Abb. 5—9. *Echinarmadillidium absoloni* n. sp., ♂, 7.5 mm lang. Abb. 5. Uropod von der Ventralseite, 33 ×. — Abb. 6. Ischiopodit des 7. Thorakalbeines, Vorderseite, 50 ×. — Abb. 7. Endteile der 1. Pleopoden-Endopodite, 50 ×. — Abb. 8. 1. Pleopoden-Exopodit, 40 ×. — Abb. 9. 2. Pleopoden-Exopodit, 40 ×.

ähnlich dem von *fruxgalii*: Auch hier die Vorderseite mit einer Schuppenlängsreihe. Unterer und oberer Rand dieses Beingliedes gerade. Endteile der 1. Pleopoden-Endopodite des ♂ (Abb. 7) am Außenrande fast gerade, in der Mitte nur ganz wenig ausgebuchtet. Der nach hinten vorragende Teil des Innenlappens der 1. Pleopoden-Exopodite des ♂ dreieckig, am Hinterende schmal abgerundet, am Außenrande mit Borsten besetzt (Abb. 8). 2. Pleopoden-Exopodit des ♂ nach hinten stark verlängert, am Ende verschmälert, am Außenrande mit einer Reihe von Borsten; innen von dieser



10.

11.

Abb. 10 und 11. *Echinarmadillidium absoloni* n. sp., juv. (etwa 2.5 mm lang). Abb. 10. Verteilung der Stacheln auf dem Kopfe. — Abb. 11. Verteilung der Stacheln auf dem 1. Thorakalsegment.

Reihe, vor dem Hinterende, noch eine zweite Reihe von 5 Borsten (Abb. 9). Oberseite von Jugendlichen (etwa 2.5 mm lang) mit behaarten, 0.10—0.15 mm langen Stacheln, die von vorn nach hinten an Länge zunehmen. Kopf mit 14, in 3 Querreihen angeordneten Stacheln (Abb. 10). 1. Thorakalsegment mit 28, ebenfalls in 3 queren Reihen stehenden Stacheln (Abb. 11). Die folgenden Thorakalsegmente mit je 2 Querreihen von Stacheln: Segment II vordere Reihe aus 10, hintere aus 8 Stacheln bestehend; auf den Epimeren außerdem je 1 Stachel. Segmente III—VI in der vorderen und hinteren Reihe je 8 Stacheln, die Epimeren mit je 1 Stachel. Segment VII vordere Reihe mit 6, hintere Reihe mit 12 Stacheln. 1. und 2. Abdominalsegment in der Mitte je 2 Höcker, Segmente 3—5 mit je 4 Stacheln, Telsonmitte basalwärts mit 2 Stacheln. Bei Halbwüchsigen (4 mm lang) sind die Stacheln lanzettförmig, an der Basis seitlich zusammengedrückt. Länge der Stacheln vorn 0.12, hinten am Thorax bis 0.24 mm. Bei Erwachsenen gehen aus den Stacheln längsgerichtete, seitlich kompresse, blattartige Erhebungen hervor, zwischen denen kleine Höckerchen neu hinzutreten. Die Erhebungen und Höckerchen sind ihrer Länge nach gerieft. Abdominalsegmente 1—5 von erwachsenen Exemplaren mit je 1 Querreihe von größeren primären Höckern an Stelle der Stacheln der Jugendlichen und dazwischenliegenden kleineren, neu hinzugetretenen sekundären Höckerchen. Letztere erstrecken sich auf dem 3.—5. Segment auch auf die Epimeren. Höhe der primären Längserhebungen auf dem 1. Thora-

kalsegment durchschnittlich 0.12, auf dem 7. Thorakalsegment 0.24 mm. Zwischen den Rippen bzw. Stacheln ist die Rückenfläche dicht grübchenartig punktiert. Körper der in Alkohol aufbewahrten Tiere mattgelblich, die Seiten und namentlich die am Hinterrande der Thorakalsegmente gelegenen Erhebungen des Rückens verwaschen schwarzbraun. Länge: ♂ 2.5—8.5 mm, ♀ 3.5—8.5 mm; Breite: ♂ 1.5—4.0 mm, ♀ 2.0—4.5 mm.

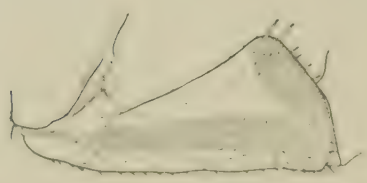
Vorkommen: Lok. 661 der »Biospeologica balcanica«, Pečina Movrica auf der Insel Meleda, von K. Absolon anläßlich seiner sechsten Balkan-Forschungsreise am 25. VII. 1917 festgestellt. Die Assel war in der Höhle, im erdigen Mulm, zahlreich (der Beschreibung lagen 26 ♂♂ und 16 ♀♀ vor); zusammen mit ihr wurden Bathyscien, Cyphophthalmen, *Parasitus*, Trichonisciden usw. beobachtet.

**Armadillidium* (*Pleurarmadillidium*) *omblae* Verhoeff.

1900, S. 129 [3].

Ist der einzige Vertreter der Untergattung *Pleurarmadillidium* Verhoeff [3, S. 128], die sich durch den nur in der Mitte hochgewölbten Rücken, die schräg abgedachten Epimeren, die stark aufgekrempten 1. Epimeren und die bei der Einrollung in einem Bündel seitlich abstehenden Epimerenzipfel von den Arten der Untergattung *Armadillidium* Verhoeff [3, S. 128] gut unterscheiden läßt.

2. Glied der Antennengeißel mehr als doppelt so lang als das 1. Glied. Länge des 1. Gliedes : Länge des 2. Gliedes = 1:2.3. Ischiopodit des 7. Thorakalbeines des ♂ (Abb. 12) am oberen dista-



12.

13.

Abb. 12 und 13. *Armadillidium* (*Pleurarmadillidium*) *omblae* Verh. ♂ 14.5 mm. lang (Spalthöhle bei Cattaro, leg. Absolon). Abb. 12. Ischiopodit des 7. Thorakalbeines, Vorderseite, 50 ×. — Abb. 13. 1. Pleopoden-Exopodit, 33 ×.

len Ende mit vorgezogener abgerundeter Ecke. Diese ist auf der Hinterseite beschuppt, auf der Vorderseite behaart. Die Behaarung zieht bis zur unteren distalen Ecke. Vorderseite des Ischiopodits in der Mitte der Länge nach mit breiten, queren, distalwärts ge-

richteten Schuppen besetzt. Dieses Schuppenfeld wird beiderseits von Borsten eingesäumt. Die Endteile der 1. Pleopoden-Endopodite des ♂ sind allmählich zugespitzt und gerade nach hinten gerichtet. Innenlappen der 1. Pleopoden-Exopodite des ♂ hinten mit abgerundeter, wenig vorragender Spitze (Abb. 13).

Durch die Ausbildung einer Stirnkrempe (Abb. 14), die von der weit vorragenden Stirnplatte und den vorgezogenen Seitenkanten der Stirn gebildet wird, durch die aufgekrempten Vorderzipfel der Epimeren des 1. Thorakalsegmentes und durch die Höckerung des Rückens zeigt *A. omblae* auch Beziehungen zur

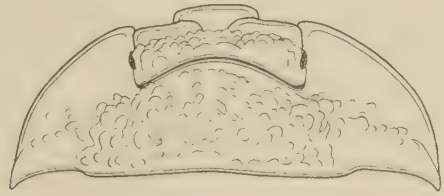


Abb. 14. *Armadillidium (Pleurarmadillidium) omblae* Verh., ♂, 11.5 mm lang (Spalthöhle bei Cattaro). Kopf und 1. Thorakalsegment von oben, 9 ×.

frontemarginatum-Gruppe der Untergattung *Armadillidium* (Strouhal [1, S. 10]).

Vorkommen: Lok. 640 der »Biospeologica balcanica«, eine kurze, mit Detritus angefüllte, namenlose Spalthöhle ober Cattaro, 1 ♂, 11.5 mm lang, 6.5 mm breit, zusammen mit der Spinne *Hoplopholcus absoloni* Kulcz., leg. K. Absolon, 18. X. 1916. — Verhoeff beschrieb die Art aus dem Ombla-Tale bei Gravosa, wo er sie in einem verfallenen Gemäuer erbeutet hat.

**Armadillidium* (*Armadillidium*) *odhneri* Verhoeff.

1930, S. 44 (*A. peraccae* Tua subspec.) [5].

Wurde von Verhoeff als Unterart der süditalienischen Art †*A. peraccae* Tua beschrieben. *A. odhneri* ist jedoch eine gute Art, die sich von *A. peraccae*, mit der sie wohl sehr nahe verwandt ist, doch in einer Reihe von Merkmalen unterscheiden läßt [3].

Im Anschluß an die von Verhoeff gelieferte Beschreibung bringe ich hier eine schon Anfang 1929 verfaßte, aber nicht ver-

[3] Verhoeff schloß aus der weitgehenden Verwandtschaft der beiden Formen auf eine sehr nahe Beziehung der Fauna von Dalmatien und Süditalien und aus diesem Umstande weiter auf eine seinerzeitige Verbindung der beiden Länder. Diese Annahme erfährt nun insofern eine Korrektur, als die Zeit, da eine solche Landverbindung bestanden hat, vorverlegt wird. Die Unterbrechung der Landverbindung muß zu einer solchen Zeit erfolgt sein, daß es seither einer gemeinsamen Stammform möglich war, sich unter dem Schutze des trennenden Meeres als wirksame Ausbreitungsschranke, also bei einer gegenseitigen vollkommenen Isolierung, in zwei Arten umzubilden.

öffentlichte Charakteristik der durch eine auffallende Höckerung ausgezeichneten Art.

Die Stirnplatte ragt nach oben ungefähr so weit vor, als sie am Grunde breit ist. In der Mitte des oberen Randes ist sie mehr oder weniger tief stumpfwinklig eingekerbt, die Seitenecken sind nach außen abgerundet-spitzwinklig ausgezogen und etwas nach hinten gebogen. Am oberen Rande ist die Stirnplatte etwas breiter als am Grunde, die Seiten der Platte sind nach innen gebogen (Abb. 15). Die Stirnplatte ist ferner in einem flachen Bogen vorgewölbt und hinten ausgehöhlt. Die Seitenkanten der Stirn sind nach hinten gebogen, nach oben schwach bogenförmig vorgezogen. Am äußeren Ende, vor den Augen, gehen sie in ein zapfenartiges

Abb. 15. *Armadillidium (Armadillidium) odhneri* Verh., ♀, Kopf von hinten, 17 ×.

Gebilde über. Die Antennenlappen sind, von vorn betrachtet, am Außenrande schwach eingebuchtet und sind schräg nach oben und außen gerichtet. Am Ende sind sie schmal abgerundet und ganz unbedeutend nach hinten gebogen. Hinter den Lappen, vor den Augen, liegt ein Längsfältchen. Das 1. Glied der Antennengeißel ist etwas länger als das 2. Glied. Die Vorderzipfel der 1. Epimeren sind aufgekrempt, die Vorderecken sind fast rechtwinklig und schmal abgerundet. Der Hinterrand des 1. Thorakalsegments ist jederseits stumpfwinklig, der des 2. Segments ist an den Seiten nur in einem sehr flachen Bogen eingebuchtet. Das Telson ist länger als am Grunde breit, an den Seiten schwach nach innen gebogen, am Ende schmal abgerundet, auf der Dorsalfläche gekörnt. Die Höckerung des Rückens besteht aus Körnern, die auf der Mitte der Segmente, namentlich am Hinterrande des Kopfes und der Thorakalsegmente, zu Zapfen verlängert sind, welche in der Regel so lang oder etwas länger als breit sind, manchmal aber auffallend länger sind, 3- bis 4mal so lang als breit. Jedes der vorderen 2 Abdominalsegmente besitzt nur eine deutliche

Reihe von kurzen Zapfen am Hinterrande. Vor dieser liegen auf der Mitte des Segmentes nur einzelne wenige Körner. Auf der Mitte des 3., 4. und 5. Abdominalsegments liegen je 2 Reihen von zapfenartigen Körnern. Der Rücken ist dunkel, bräunlich, auf der Mitte verläuft eine Längsreihe von verschwommenen lichten Flecken; jederseits davon liegt auf den Thorakalsegmenten eine Gruppe von hellen Strichelchen. Die Epimeren sind etwas lichter als die Rückenmitte gefärbt. Hell gefärbt erscheinen ferner auch die zapfenartigen Körner des Rückens. Die Uropoden-Exopodite sind länglich, hinten abgerundet, oben flach ausgehöhlt und nur spärlich und sehr fein gekörnt. Die Endopodite überragen nach hinten die Mitte der Exopodite. Das Ischiopodit des männlichen 7. Thorakalbeines ist unten flach bogenförmig eingebuchtet, das Carpopodit ist länger als das Meropodit. Der Innenlappen der 1. Pleopoden-Exopodite des Männchens ragt nach hinten dreieckig vor und ist am Ende schmal abgerundet. Die Endteile der männlichen 1. Pleopoden-Endopodite sind gegen das Ende allmählich verschmälert und ganz wenig nach außen gebogen. Länge: ♂ 11—18.5 mm, ♀ 10—15 mm; Breite: ♂ 5—9.5 mm, ♀ 5.5 bis 8.5 mm.

Vorkommen: VERHOEFF [5, S. 46] sammelte *A. odhneri* im April 1928 in der Umgebung von Split, am Marianberge, unter Steinen, besonders häufig in den Steinbrüchen südöstlich von Split und ferner auch an der Bucht südlich von Sibenik. — Von dieser Art überließ mir seinerzeit Herr Dr. KARL ROTHE, Wien, 31 ♂♂ und 20 ♀♀. Die Tiere sind im April 1928, also zu gleicher Zeit etwa wie die Typen des Herrn Dr. VERHOEFF, unter Steinen auf dem Monte Marian bei Split aufgefunden worden. — Von gleicher Örtlichkeit erhielt ich von Herrn Univ.-Prof. Dr. FRANZ WERNER 5 ♀♀, 10—16 mm lang, das größte Exemplar mit Embryonen im Marsupium. Sie wurden am 20. IX. 1931 erbeutet. — Ich selbst sammelte in der zweiten Hälfte des September 1931 von dieser Art 1 ♂, 13 mm, und 1 ♀, 10 mm lang, am Fuße des Südwesthanges des Monte Marian, im Garten bzw. im Gebäude der Pension »Split«, in der damals das Biologisch-Ozeanographische Institut provisorisch untergebracht war.

A. odhneri gehört zur *nasatum*-Gruppe und steht, worauf ja auch VERHOEFF hinweist, dem in Apulien vorkommenden *A. peraccae* TUA am nächsten. Die beiden Arten lassen sich folgendermaßen unterscheiden[4].

[4] Herr Univ.-Prof. Dr. ALCESTE ARCANGELI, seinerzeit in Bari, hatte die Liebenswürdigkeit, mir einige Exemplare des *A. peraccae*, die von Bitono bei Bari stammen (gesammelt am 8. III. 1928; Länge: ♂ 16—17 mm, ♀ 17—18 mm; Breite: ♂ 8.5—9.5 mm, ♀ 9—10 mm), zu senden, so daß es mir ermöglicht war, die zwei Arten vergleichen zu können.

A. peraccae Tua.

Die Stirnplatte ist kräftiger nach vorn gewölbt, hinten stärker ausgehöhlt.

Die Antennenlappen sind am Außenrande stärker eingebuchtet und dadurch mehr nach den Seiten hin gerichtet; der obere Rand der Lappen verläuft weniger schräg (Abb. 16).

Die Vorderecken der 1. Epimeren sind breiter abgerundet. Die seitlichen Einbuchtungen am Hinterrande des 1. Thorakalsegmentes sind kräftiger. Das 2. Segment ist am Hinterrande jederseits stumpfwinklig eingebuchtet.

Die Höckerung des Rückens setzt sich aus kräftigen runden Körnern zusammen, die nur auf dem Hinterrande des Kopfes, seltener auch auf dem des 1. Thorakalsegments zu kurzen Zapfen verlängert sind. Die Körnerreihe auf der Mitte des 3.—5. Abdominalsegmentes ist der Hinterrandreihe stark genähert.

Der nach hinten vorragende Innenlappen der 1. Pleopoden-Exopodite des ♂ ist am Ende schmäler abgerundet.

A. odhneri Verh.

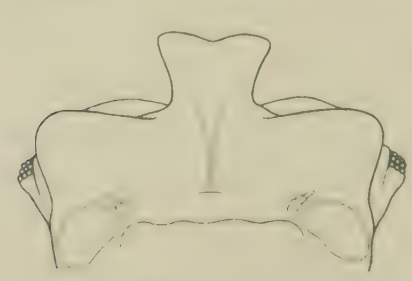
Die Stirnplatte ist in einem mehr flachen Bogen vorgewölbt und hinten schwächer ausgehöhlt.

Die Antennenlappen sind am Außenrande schwächer eingebuchtet und sind schräg nach oben und außen gerichtet; der obere Rand der Lappen verläuft schräg nach oben (Abb. 17).

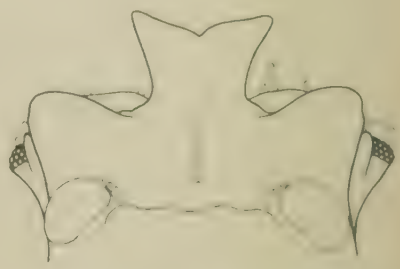
Die Vorderecken der 1. Epimeren sind schmäler abgerundet. Die Einbuchtungen am Hinterrande des 1. Thorakalsegmentes sind etwas schwächer. Das 2. Segment ist jederseits am Hinterrande nur in einem sehr flachen Bogen eingebuchtet.

Die Höckerung des Rückens besteht aus Körnern, die auf der Segmentmitte, besonders am Hinterrande des Kopfes und der Thorakalsegmente, zu mehr oder weniger langen Zapfen verlängert sind. Die Körnerreihe auf der Mitte des 3.—5. Abdominalsegmentes ist vom Hinterrande etwas weiter entfernt.

Der Innenlappen der männlichen 1. Pleopoden-Exopodite ist am Ende etwas breiter abgerundet.



16.



17.

Abb. 16. *Armadillidium (Armadillidium) peraccae* Tua, ♂ (Bitonto bei Bari), Kopf von vorn, 12 ×.
Abb. 17. *Armadillidium (Armadillidium) odhneri* Verh., ♀ (Monte Marian bei Split), Kopf von vorn, 12 ×.

In meinem 1. Beitrag zur Landisopodenfauna des Balkans [2, S. 188] habe ich einen Bestimmungsschlüssel für die damals bekannten *Armadillidium*-Arten der *nasatum*-Gruppe gebracht, für jene Arten, bei welchen im erwachsenen Zustande die stark vorragende Stirnplatte höchstens doppelt so breit als hoch ist. Die beiden Arten *A. peraccae* und *A. odhneri*, welche jederseits am Hinterrande des 1. Thorakalsegments stumpfwinklig eingebuchtet sind, sind

in dem Schlüssel in die Nähe von *A. nasatum* B.-L. zu stellen. Hier sind ferner *A. méhelyi* VERHOEFF [5, S. 57], eine von VERHOEFF zuerst fälschlich mit *A. pallasii* BRANDT identifizierte Art (vgl. auch STROUHAL [2, S. 194]), und dann noch die erst 1931 von VERHOEFF [6, S. 518 und 519] aus Mittelitalien beschriebenen Arten *A. argentarium* und *A. silvestrii* einzureihen. Der Bestimmungsschlüssel der *nasatum*-Gruppe wäre also wie folgt zu ergänzen:

1. Der Hinterrand des 1. Thorakalsegmentes ist jederseits bogenförmig oder eingeknickt bogenförmig eingebuchtet. Hierher gehören die Arten **A. albanicum* VERH., **A. scaberrimum* STEIN, **A. pallasii pallasii* BRANDT und **A. pallasii frontirostre* B.-L. mit der ab. *ginzbergeri* ROGENH.
(Siehe STROUHAL [2, S. 188].)
Der Hinterrand des 1. Thorakalsegmentes ist jederseits stumpfwinklig eingebuchtet 2
2. Die Seitenkanten der Stirn in fast kreisabschnittförmige Lappen nach oben erweitert, die beinahe so hoch wie die Stirnplatte sind. Mittelitalien
†*A. argentarium* VERH.
— Die Seitenkanten der Stirn sind nur als niedrige Leisten ausgebildet. . 3
3. Mitte der Abdominalsegmente glatt. Die Mitte der vorderen Thorakalsegmente oder zumindest die Epimeren mit Spuren einer Körnelung. Der Hinterrand der Segmente ist glatt, ungekörnt. Hierher gehören †*A. nasatum* B.-L. und †*A. sorrentinum* VERH. (vgl. VERHOEFF [6, S. 496]).
— Auf der Mitte des 3.—5. Abdominalsegmentes sind Höckerchen ausgebildet 4
4. An den Hinterrändern der Thorakalsegmente und auf dem 1. und 2. Abdominalsegment sind die Höckerchen nur in Spuren angedeutet. Mittelitalien . . . . . †*A. silvestrii* VERH.
Am Hinterrande der Thorakalsegmente und auf dem 1. und 2. Abdominalsegment sind die Höckerreihen deutlich ausgeprägt 5
5. Die Stirnplatte ist in der Mitte des oberen Randes leicht eingebuchtet, nicht eingekerbt. Die Antennenlappen sind am Seitenrande sehr schwach eingebuchtet. Das Carpopodit und das Meropodit des männlichen 7. Thorakalbeines sind ungefähr gleich lang. Die Rückenfläche ist fein gehöckert. Die Hinterränder aller Segmente sind mit schwachen, jedoch deutlichen Knötchen besetzt. Ostsizilien . . . . . †*A. méhelyi* VERH.
(= *A. pallasii* VERH. nec BRANDT)
Die Stirnplatte ist in der Mitte des oberen Randes winklig eingekerbt. Die Antennenlappen sind am Seitenrande deutlich bogenförmig eingebuchtet. Das Carpopodit des 7. Thorakalbeines des ♂ ist länger als das Meropodit. Der Rücken ist kräftig gehöckert 6
6. Der Rücken ist mit kräftigen runden Körnern bedeckt, die nur auf dem Hinterrande des Kopfes, seltener auch auf dem des 1. Thorakalsegmentes zu kurzen Zapfen verlängert sind. Apulien. . . . . †*A. peraccae* TUA
Die Höckerung des Rückens besteht aus Zapfen, die besonders am Hinterrande des Kopfes und der Thorakalsegmente lang sind. Küstengebiet Mitteldalmatiens . . . . . **A. odhneri* VERH.

A. odhneri und *A. peraccae* sind mit *A. pallasii* BR. näher verwandt. Die drei Arten zeigen im männlichen Geschlechte eine Reihe gemeinsamer Merkmale

in der Ausbildung des 7. Thorakalbeines und der Pleopoden. Das Carpopodit des 7. Beines ist länger als das Meropodit. Die beiden ersteren Arten unterscheiden sich von *A. pallasii* durch eine kräftigere Höckerung der Rückenfläche, durch die seitlich eingebuchteten Antennenlappen und durch die winkligen Einbuchtungen an den Seiten des Hinterrandes des 1. Thorakalsegmentes.

Literatur.

1. Strouhal, H., Zur Kenntnis der Untergattung Armadillidium Verh. (Isop. terr.) Zool. Anz. **74** (1927) 5—34.
2. — Die Landisopoden des Balkans. 1. Beitrag. Zool. Anz. **76** (1928) 185—203.
3. Verhoeff, K. W., Über paläarktische Isopoden. (2. Aufsatz.) (Zugleich über europäische Höhlenfauna. 4. Aufsatz.) Zool. Anz. **23** (1900) 117 bis 130.
4. — Über paläarktische Isopoden. (3. Aufsatz.) Zool. Anz. **24** (1901) 33—41.
5. — Zur Kenntnis osteuropäischer Isopoden. 41. Isopoden-Aufsatz. Zool. Jb. Abt. Syst. **59** (1930) 1—64.
6. — Über Isopoda terrestria aus Italien. 45. Isopoden-Aufsatz. Zool. Jb. Abt. Syst. **60** (1931) 489—572.

Eine Revision der Zahnkarpfengattung Cynolebias.

Von Ernst Ahl, Zoologisches Museum Berlin.

Eingeg. 24. August 1934.

In der letzten Zeit erhielt ich von den interessanten Fischen der Cyprinodontidengattung *Cynolebias* eine ganze Anzahl Arten zwecks Bestimmung übersandt, die eine Revision der Gattung notwendig erscheinen ließen. Die Zahnkarpfen der Gattung *Cynolebias* sind vor allem auch biologisch außerordentlich interessant durch die Art ihrer Fortpflanzung, die — soweit bisher bekannt — bei allen Arten die gleiche ist. Die Fische leben in kleinen Tümpeln und Überschwemmungsgebieten und legen nach stürmischen Liebesspielen ihre Eier ab, tief in Sand und Mulm vergraben. Hierauf gehen die Eltern vielfach zugrunde durch das Austrocknen ihres Wohngewässers. Die Eier machen nun eine meist ein bis drei Monate dauernde Ruhezeit am Grunde des nun trocken liegenden periodischen Gewässers durch. Nach den ersten Regenfällen, die das Wohngewässer auffüllen, schlüpfen die Jungen aus den Eiern aus, wachsen sehr rasch heran, werden noch innerhalb derselben Regenzeit geschlechtsreif und pflanzen sich dann ganz nach Art ihrer Eltern fort, so innerhalb weniger Monate ihren Lebenskreislauf vollendend.

Die Fische der Gattung *Cynolebias* Steindachner 1876 sind nahe verwandt mit den Gattungen *Rivulus* und *Cynopoecilus*,

unterscheiden sich aber von beiden Gattungen dadurch, daß Männchen und Weibchen meist eine verschieden große Anzahl von Strahlen in der Dorsalen und Analen haben; außerdem besitzen alle Arten dieser Gattung einen hohen, seitlich zusammengedrückten Körper und eine starke Bezahnung mit zwischen den gewöhnlichen Zähnen verstreuten Hundszähnen und ein dementsprechend sehr weites Maul.

Bestimmungstabelle der Arten der Gattung *Cynolebias*.

A. Weniger als 35 Schuppen in einer Längsreihe.
  B. 28—30 Schuppen in einer Längsreihe.
    C. Auge etwa 4 mal, Interorbitalraum etwa 2 mal im Kopf *C. belottii*
    CC. Auge 3—$3^3/_5$ mal im Kopf.
      D. Körperhöhe $2^1/_2$—$2^3/_5$ mal in der Körperlänge; Dorsale des Männchens 22—23 . . . . . *C. adloffi*
      DD. Körperhöhe $3^1/_4$ mal in der Körperlänge; Dorsale des Männchens 26 . . . . . *C. nigripinnis*
  BB. 33 Schuppen in einer Längsreihe . . . . . *C. robustus*
AA. Wenigstens 35 Schuppen in einer Längsreihe.
  B. Weniger als 45 Schuppen in einer Längsreihe.
    C. Rücken vor der Dorsalen gekrümmt, eine Reihe von knöchernen Tuberkeln tragend; Kopf knochig, mit postorbitalen Tuberkeln *C. gibberosus*
    CC. Rücken normal gestreckt, ohne Tuberkeln.
      D. Auge $3^3/_4$—4 mal im Kopf.
        E. Schuppen 35—36 in einer Längsreihe *C. schreitmülleri*
        EE. Schuppen 40—43 in einer Längsreihe *C. wolterstorffi*
      DD. Auge 5 mal im Kopf . . . . . *C. porosus*
  BB. Wenigstens 45 Schuppen in einer Längsreihe.
    C. 45—50 Schuppen in einer Längsreihe . . . . *C. elongatus*
    CC. Wenigstens 60 Schuppen in einer Längsreihe.
      D. 60 Schuppen in einer Längsreihe . . . . *C. holmbergi*
      DD. 68—78 Schuppen in einer Längsreihe . . . *C. spinifer*

1. *Cynolebias belottii* Steindachner 1882.

(*Cynolebias Belottii* Steindachner 1882; *Cynolebias maculatus* Steindachner 1882.)

Dorsale des Männchens 21—24, des Weibchens 16—19; Anale des Männchens 26—31, des Weibchens 22—26. Schuppen 28 bis 30 in einer Längsreihe. Körperhöhe $2^1/_3$—3 mal. Kopflänge $3^1/_3$ bis $3^2/_3$ mal in der Körperlänge; Auge etwa 4 mal. Interorbitalbreite etwa 2 mal in der Kopflänge.

Färbung (in Alkohol) beim Männchen bräunlich; ein dunkles, senkrechtes Band durch das Auge; Flossen dunkelviolett. Manchmal senkrechte Reihen heller Flecken auf Körper und Flossen. Weibchen gelblich-oliven; ein dunkler Strich unter dem Auge; Körper unregelmäßig senkrecht gestreift oder marmoriert. Flossen gefleckt.

Totallänge 85 mm.

La Plata.

Im Leben ist die Färbung des Männchens ein dunkles Blau oder Graublau, der Rücken noch etwas dunkler; eine vom Hinterhaupt schräg nach unten und vorn verlaufende, vom Auge unterbrochene, dunkle Binde; Flossen graublau oder graubraun, die Afterflosse grünlichblau, Schwanz- und Brustflossen mit farbloser Kante; Körper und Flossen sind mit himmelblauen Flecken bedeckt. Das Weibchen besitzt ebenfalls die dunkle Kopfbinde, aber seine Färbung ist ein schmutziges Lehmgelb, und statt der blauen Fleckenzeichnung des Männchens bedecken längliche, senkrecht ausgedehnte dunkelgraue oder -braune Flecken den Körper und die Flossen.

Der Fisch lebt in Süßwasser, benötigt aber zum Ablaichen Brackwasser; Temperatur 14—20° C, während der Laichzeit 26—28° C. Das Männchen bohrt ein Loch in den Sand oder Mulm, treibt das Weibchen hinzu, beide Tiere wühlen nochmals, dann wird in das Loch ein Ei abgelegt und mit Sand zugedeckt. Diese Eiablage wiederholt sich 8—10 Tage hintereinander in Abständen von 8—15 Minuten. Die Eier müssen eine Trockenperiode von 1—6 Wochen durchmachen, jedoch darf der Sand, in dem sie eingebettet sind, nicht zu trocken werden. Die Eier schlüpfen nach 68—86 Tagen aus.

2. *Cynolebias adloffi* E. Ahl 1922.

Dorsale des Männchens 22—23, des Weibchens 19; Anale des Männchens 26—27, des Weibchens 25. Schuppen 28—29 in einer Längsreihe. Körperhöhe $2\frac{1}{2}$—$2\frac{3}{5}$ mal, Kopflänge $3\frac{1}{2}$ bis $3\frac{3}{5}$ mal in der Körperlänge; Auge etwa 3—$3\frac{3}{5}$ mal, Interorbitalbreite etwa $2\frac{1}{2}$ mal im Kopf. Geringste Höhe des Schwanzstieles 2 mal bis etwas über 2 mal im Kopf.

Färbung (in Alkohol) beim Männchen hellgraubraun; ein schwarzer Strich durchs Auge; über den Körper verlaufen 9 bis 14 senkrechte schwarze Streifen. Rücken-, After-, Schwanz- und Bauchflossen schwärzlichviolett. Rückenflosse mit einer Reihe

hellerer Flecken an ihrer Basis. Bauchflossen durchsichtig, unten mit schwarzem Saum. Weibchen hellgraubraun; durch das Auge ein vielfach nur angedeuteter dunkler Strich; ungefähr ein Dutzend senkrechter, unregelmäßiger, nur wenig dunklerer, bräunlicher Streifen und Flecken. Rücken-, Schwanz- und Afterflosse farblos mit kleinen braunen Flecken. Brust- und Bauchflossen farblos.

Totallänge 45 mm.
Porto Alegre; Rio de Janeiro.

Im Leben heben sich auf dem sandfarbigen Grunde 9 bis 14 schwarze oder braunschwarze Querbänder wirkungsvoll ab. Die Querbänder greifen ein wenig auf die bläulichgrünen bis tiefblauen schwarzumrandeten großen Rücken- und Afterflossen über. Blau sind auch die winzig kleinen Bauchflossen und die Schwanzflosse. Brustflossen farblos, schwarz gesäumt. Die Strahlen der senkrechten Flossen heben sich dunkel vom blauen Grunde ab, so daß diese Strahlen wie eine Strichelzeichnung wirken. Die Kehle und die Kiemendeckel sind leuchtend türkisblau. Schräg nach vorn durch das Auge verläuft ebenfalls ein schwarzer Streifen. Die Schuppen sind zart verwischt, dunkel gerandet, so daß der Körper wie mit einer Netzzeichnung überzogen erscheint. Der Rücken zeigt eine etwas dunklere Tönung. Die Färbung des Weibchens ist wie in Alkohol. — Lebensweise und Fortpflanzung wie bei *C. belottii* Stnd.

3. *Cynolebias nigripinnis* Regan 1912.

Dorsale des Männchens 26, des Weibchens unbekannt; Anale des Männchens 25, des Weibchens unbekannt. Schuppen 28 in einer Längsreihe. Körperhöhe $3^1/_4$ mal, Kopflänge $3^3/_4$ mal in der Körperlänge; Auge $3^1/_3$ mal in der Kopflänge.

Färbung des Männchens (in Alkohol) olivenfarben; ein dunkles Band zwischen und unter den Augen; Flossen bläulichschwarz; einige kleine helle Flecken an Körper und Flossen.

Totallänge 45 mm.
La Plata.

4. *Cynolebias robustus* Günther 1883.

Dorsale des Männchens 22, des Weibchens unbekannt; Anale des Männchens 24, des Weibchens unbekannt. Schuppen 33 in einer Längsreihe. Körperhöhe $2^2/_5$ mal, Kopflänge $3^2/_3$ mal in der Körperlänge; Auge $5^1/_2$ mal in der Kopflänge.

Färbung (in Alkohol) bräunlich, mit unbestimmten Querbändern; ein dunkler Streifen unter dem Auge; kleine hellblaue Flecken an Rücken- und Afterflosse. Nur das Männchen bekannt.

Totallänge 92 mm.

San Antonio; Buenos Aires.

5. *Cynolebias gibberosus* Berg 1897.

Dorsale des Männchens 25, des Weibchens 17; Anale des Männchens 33, des Weibchens 26. Schuppen 37—40 in einer Längsreihe. Ähnlich dem *Cynolebias belottii* Stnd. in Form und Färbung bei beiden Geschlechtern; Rücken vor der Dorsalen gekrümmt, eine Reihe von knöchernen Tuberkeln tragend; Kopf knochig, mit postorbitalen Tuberkeln.

Totallänge 85 mm.

Provinz von Buenos Aires.

6. *Cynolebias schreitmülleri* spec. nov.

Dorsale beim Männchen 18, Weibchen unbekannt; Anale beim Männchen 23—24, Weibchen unbekannt. Schuppen 35—36 in einer Längsreihe. Körperhöhe $3^3/_4$—4 mal, Kopflänge $2^2/_3$ bis $2^5/_6$ mal in der Körperlänge enthalten. Kopf über den Augen eingedrückt, stichlingsartig; Augen $3^3/_4$ bis fast 4 mal, Interorbitalraum $2^3/_4$—3 mal in der Kopflänge; geringste Höhe des Schwanzstieles 7—$7^1/_2$ mal, das Mandibulare $5^1/_2$—$5^3/_4$ mal in der Körperlänge; Schnauzenlänge etwa $^2/_3$ so lang wie der Augendurchmesser. Maul groß, mit gewaltiger Bezahnung. Schuppen des Männchens ohne aufwärts gerichtete Stacheln.

Färbung des Männchens (in Alkohol) dunkelbraun, die senkrechten Flossen blauschwarz; Körper und Flossen mit verstreuten, kleinen, weißen Punkten.

Totallänge 47 mm.

Rio de Janeiro.

Färbung im Leben: Rücken olivgrün bis bräunlich; die Flanken gehen ins Gelbliche über und sind mit bläulichen und grünen Pünktchen geziert; Dorsale und Anale sind blaugrün.

Beschrieben nach 3 Exemplaren, Männchen, von 43—47 mm Länge, aus Rio de Janeiro, von Herrn W. Schreitmüller, Frankfurt a. M., dem Zoologischen Museum Berlin geschenkt und ihm zu Ehren benannt.

7. *Cynolebias wolterstorffi* E. Ahl 1924.

Dorsale des Männchens 19—20, des Weibchens 18—20; Anale des Männchens 25—26, des Weibchens 23—24; Schuppen 40—43 in einer Längsreihe. Körperhöhe $3^1/_2$—$3^2/_3$ mal, Kopflänge $3^1/_4$

(Weibchen) bis $3^2/_3$ (Männchen) mal in der Körperlänge enthalten. Augen 4 mal oder wenig mehr, Interorbitalraum $2^1/_2$—3 mal in der Kopflänge; geringste Höhe des Schwanzstieles fast 8 mal, Mandibulare $7^1/_4$—$7^1/_2$ mal in der Körperlänge enthalten; Schnauzenlänge gleich dem Augendurchmesser. Maul groß, mit gewaltiger Bezahnung; Kopf mit in Reihen angeordneten Poren. Beim Männchen sind die Schuppen der Brustpartie mit aufwärts gerichteten Stacheln oder Borsten besetzt.

Färbung des Männchens (in Alkohol) schwärzlich, nach unten zu heller; durch das Auge zieht sich ein schwarzer Streifen, und der Körper und die senkrechten Flossen sind mit zahlreichen, unregelmäßig angeordneten, runden weißen Punkten besetzt. — Färbung des Weibchens (in Alkohol) gelblichgrau, dunkler braun marmoriert an Körper und Flossen; ein dunkler Strich durch das Auge.

Totallänge 100 mm.
Porto Alegre.

8. *Cynolebias porosus* Steindachner 1876.

Dorsale des Männchens unbekannt, des Weibchens 18; Anale des Männchens unbekannt, des Weibchens 20. Schuppen 40 in einer Längsreihe. Körperhöhe fast gleich der Kopflänge, etwa 3 mal in der Körperlänge enthalten; Auge 5 mal in der Kopflänge.

Körperfärbung (in Alkohol) schmutzig rötlichbraun und nur an der Bauchseite gelblichweiß; die Rückenflosse geht zunächst dem oberen, die Afterflosse am unteren Rande in ein dunkles Grau über.

Totallänge 75 mm.
Pernambuco.

9. *Cynolebias elongatus* Steindachner 1882.

Dorsale des Männchens unbekannt, des Weibchens 17; Anale des Männchens unbekannt, des Weibchens 20. Schuppen 45—50 in einer Längsreihe. Körperhöhe $3^1/_3$ mal. Kopf 3 mal in der Körperlänge; Auge 6 mal in der Kopflänge.

Färbung (in Alkohol) beim Weibchen bräunlich; ein dunkles senkrechtes Band durch das Auge; senkrechte Flossen gefleckt.

Totallänge 140 mm.
La Plata.

10. *Cynolebias holmbergi* Berg 1897.

Dorsale des Männchens 21, des Weibchens 17; Anale des Männchens 25, des Weibchens 21. Schuppen 60 in einer Längsreihe. Kopf $3^1/_3$—$3^1/_2$ mal in der Körperlänge enthalten.

Färbung (in Alkohol) gelblich; ein dunkles Band auf dem Kopf.

Totallänge 300 mm.
Provinz von Buenos Aires.

11. *Cynolebias spinifer* spec. nov.

Dorsale des Männchens 17—19, die Basis länger als die beim Weibchen; Dorsale des Weibchens 17—18. Anale des Männchens 22, die Basis der Flosse länger als die beim Weibchen; Anale des Weibchens 21—23. Schuppen 68—78 in einer Längsreihe. Körperhöhe $2^5/_6$—$3^1/_2$ mal. Kopflänge $2^4/_5$—$3^1/_5$ mal in der Körperlänge enthalten. Augen $5^3/_4$—7 mal. Interorbitalraum 3 bis $3^1/_4$ mal in der Kopflänge; geringste Höhe des Schwanzstieles $6^3/_4$—$7^1/_2$ mal, das Mandibulare etwa 9 mal in der Körperlänge. Schnauzenlänge etwa $1^1/_2$—$1^2/_3$ mal so lang wie der Augendurchmesser. Maul groß, mit gewaltiger Bezahnung. Kopf, besonders der Unterkiefer, mit in Reihen angeordneten Poren. Beim Männchen sind die Schuppen des Kopfes und des Körpers, ebenso die Strahlen der Analen und teilweise auch der Dorsalen mit aufwärts gerichteten kleinen Stacheln oder Borsten besetzt.

Färbung des Männchens (in Alkohol) einfarbig bräunlich, unter dem Auge ein dunkelbrauner, fast senkrecht verlaufender Strich. — Färbung des Weibchens (in Alkohol) hellgelblichbraun, die Flanken dunkelbraun marmoriert und gefleckt; Flossen gefleckt; ein dunkelbrauner Strich unter dem Auge.

Totallänge des Männchens 124 mm, des Weibchens 117 mm.
La Plata bei Buenos Aires.

5 Exemplare von 108—124 mm Länge, La Plata bei Buenos Aires, Dr. P. Frank leg. Das typische Material befindet sich im Zoologischen Museum in Hamburg; für die Überlassung dieses Materials bin ich Herrn Prof. Dr. Georg Duncker zu großem Danke verpflichtet.

Zur Biologie des Gesichtssinns der Reptilien.

Von Hermann Kahmann.

(Zoologisches Institut der Universität Berlin.)

(Mit 3 Abbildungen.)

Eingeg. 24. Oktober 1934.

Im Anschluß an anderweitig mitgeteilte Studien soll hier kurz auf die optischen Leistungen der Reptilien im Zusammenhang mit der Lebensweise eingegangen werden. Da die einzelnen Reptiliengruppen sich vielfach in ihrem optischen Gehaben unterscheiden, ist ein In-Beziehung-Setzen dieser Unterschiede zur Lebensweise recht reizvoll.

Genauere Beobachtungen über die Bedeutung des Gesichtssinns für den Nahrungserwerb usw. sind bisher nur vereinzelt mitgeteilt worden. Abgeschlossenere Studien finden sich bei Gettkandt (1931), der die optischen Abhängigkeiten von *Zamenis flagelliformis* L. behandelt, sowie bei Wiedemann (1931), bei dem sich einige Bemerkungen über den Gesichtssinn vornehmlich der Nattern befinden. Über die Echsen und übrigen Reptilien finden sich, abgesehen von den in Brehms Tierleben niedergelegten Mitteilungen, vor allem eine Reihe von Beobachtungen bei Werner (1902).

Die Bedeutung, die dem Auge im Rahmen der übrigen Sinne zukommen kann, ist eine zweifache. Zunächst kann das Auge überhaupt die Beziehung zur Beute herstellen, sei es, daß die Bewegung oder auch die Form des Beutetieres einen Reizwert besitzt. In solchen Fällen kann das Auge dann als Alarmsinnesorgan bezeichnet werden. Sind weiterhin die Reaktionen des Tieres der Beute gegenüber nur optisch bedingt, erfährt der Organismus also eine ausschließliche Leitung durch das Auge, so gewinnt der Gesichtssinn auch die Bedeutung eines Leitsinnes. Diese beiden Hauptfunktionen des Auges sind es, die im folgenden bei den einzelnen Reptilienarten zum Teil im Zusammenhang mit anderen Sinnesleistungen vergleichend betrachtet werden sollen.

Die Gruppe der Reptilien umfaßt Tag- und Nachtformen. Nächtlich in Erscheinung tretende Formen gibt es in fast allen Reptilienordnungen. Einen gewissen, aber in einer Reihe von Fällen versagenden Anhaltspunkt bezüglich dieser Unterschiede hat man in der Pupillenform. Aus mannigfacher Erfahrung wissen wir, daß Formen mit runder Pupille vorwiegend am Tage ihren Lebensverrichtungen nachgehen, Formen mit Schlitzpupille in den meisten Fällen erst des Nachts zu eigentlichem Leben erwachen.

Daß die Beziehungen der Pupillenform zur Lebensweise sehr enge sein können, geht auch daraus hervor, daß Formen, die sich

innerhalb von Verwandtengruppen in der Lebensweise unterscheiden, von diesen auch zumeist in der Pupillenform abweichen. Solche Beispiele sind innerhalb der Geckoniden die Taggeckonen *Phelsuma* aus Madagaskar und *Lygodactylus* aus Afrika, sowie die Gattung *Gonatodes*, die alle eine runde Pupille besitzen. Innerhalb der Eidechsen ist die mexikanische Gattung *Xantusia* zu erwähnen, die sich durch den Besitz einer Schlitzpupille auszeichnet. Innerhalb der Schlangen sind solche Beispiele das Viperngenus *Causus* mit runder Pupille aus Afrika, die Gattung der Stachelottern (*Acanthophis*) mit Schlitzpupille innerhalb der Elapinae, sowie einzelne Gattungen aus der Gruppe der opisthoglyphen Nattern (*Eteirodipsas*, *Tarbophis*, *Boiga*, *Leptodira* u. a.), die ebenfalls eine Schlitzpupille tragen.

Ganz allgemein darf man sagen, daß Formen mit runder Pupille überwiegend Zapfen (manche Schildkröten), also den tagestüchtigen Rezeptorenanteil in der Netzhaut aufweisen, wenn nicht überhaupt reine Zapfennetzhäute zeigen (Schlangen, Eidechsen). Hingegen fällt bei der Betrachtung der Formen mit Schlitzpupille der Stäbchenreichtum auf. In abgeleiteten Fällen kommen nur Stäbchen vor (Geckonen, wenige Schlangen). Die runde Pupille spiegelt in der Regel also das eine, die schlitzförmige Pupille das andere Extrem des histologischen Baues der Netzhaut wider.

Wie bereits erwähnt wurde, sind nicht alle Formen mit runder Pupille tagliebend, ebensowenig wie Formen mit Schlitzpupille nun ausschließlich in der Dunkelheit angetroffen werden. Vielmehr finden sich vielfach Ausnahmen und Übergänge. Unter den Nattern mit runder Pupille gelten eine ganze Reihe von Formen als Dämmerungstiere. Nach DE GRIYS in Brehms Tierleben gehören hierzu vor allem die *Coronella*-Arten, besonders *C. getula* L. und *C. doliata* L., aber auch *C. austriaca* LAUR. Auch Vertreter der Gattungen *Micrurus* und *Drymarchion* sind hierher zu rechnen. *C. austriaca* LAUR. besitzt eine reine Zapfennetzhaut. Dasselbe ist für die übrigen Formen geltend. Diese Gattungen dürften sich im Dunkeln ausschließlich geruchlich orientieren, was bei den *Coronella*-Arten leicht aus dem experimentell zu erweisenden guten Geruchsvermögen zu schließen ist. Im Dunkeln wäre infolge des Fehlens von Stäbchen jede optische Orientierung unmöglich; diese Tiere wären also vollständig nachtblind.

Nach den Angaben von MILLARD und DAWSON in Brehms Tierleben und den neueren Untersuchungen von MELL (1928)

verhalten sich die Arten *fasciatus* Schn., *caeruleus* Schn. und *multicinctus* Schn. der Gattung *Bungarus* ganz ähnlich. Auch sie werden »entschieden für Nachtschlangen« gehalten. Während die *Coronella*-Arten mit einer tagestüchtigen Netzhaut eine vielfach nächtliche Lebensweise führen, könnten die Vertreter der Gattung *Bungarus*, nach den mitgeteilten Beobachtungen zu urteilen, in der Netzhaut einen überwiegend dämmerungstüchtigen Rezeptorenanteil enthalten. Das Verhalten der *Bungarus* im hellen Tageslicht, vor allem die von Mell beschriebene völlige Lichtstarre, machen es sehr wahrscheinlich. (Genaueres über die Netzhaut ließ sich bis heute nicht erheben, da immer noch kein *Bungarus* zur Verfügung stand.) Das in schwachem Licht gehaltene Exemplar des Berliner Aquariums war noch recht agil und versuchte auch zu beißen. Ein Exemplar von *Bungarus fasciatus* Schn., das ich auf seine Irisbeweglichkeit hin prüfen konnte, zeigte bei stärkster Belichtung nur ganz geringe Reaktionen der Iris. Im allgemeinen fand sich bei diesem Tier in der geringen Beleuchtung durch die Heizlampe die Pupille im Vergleich zur Augengröße klein. Nach Mell findet man die Tiere am Tage »auf jeden Fall stets mit verstecktem Kopf« (s. 1928, Abb. 1 und 2, p. 542–43). Dadurch könnte im Falle des Vorkommens von Stäbchen der durch die runde Pupille und das Fehlen beweglicher Augenlider bedingte mangelhafte Lichtschutz teilweise behoben werden.

Ähnliches gilt vielleicht auch für *Amblycephalus* sowie für *Calliophis* und *Xenopeltis*.

In einen ähnlichen Zusammenhang mag auch das Verhalten der nächtlich lebenden Wasserschildkröte *Platysternum megacephalum* (Mell, 1928) gehören. Hier wird die starke Belichtung der Netzhaut infolge der runden Pupille beim Herausnehmen aus dem Wasser durch Herüberziehen der Nickhaut zwar gemildert, es tritt aber trotzdem deutliche Starre auf. Möglicherweise handelt es sich auch nur um eine Art Schreckstellung. Unter den Wasserschildkröten finden wir noch einige nächtlich der Beute nachgehende Formen mit runder Pupille, z. B. *Chelys fimbriata* Schn., *Hydromedusa tectifera* Cope. Der Aufbau ihrer Netzhäute wäre zu prüfen. Bei einigen Arten wurden Stäbchen gefunden. Vielleicht läßt sich die Reihe solcher Formen noch erweitern.

Auch unter den Reptilienarten mit Schlitzpupille finden sich Ausnahmen. Man denke hier vor allem an die Vipern. Von den Viperinae und Crotalinae sagt Brehms Tierleben, sie seien »vorwiegend Nachttiere, die ungezwungen erst nach Sonnenuntergang ihre Tätigkeit beginnen«. Das Vorhandensein funktionsfähiger Zapfen (Walls, 1932a; Verrier, 1933a, 1933b; Kahmann,

1933), die in nicht geringer Zahl in der Netzhaut vorkommen können, spricht auch für die Möglichkeit eines Umherschweifens im Tageslicht. Von einzelnen Arten liegen genaue Freilandbeobachtungen vor, die dies bestätigen (z. B. WIEDEMANN, 1932). *Vipera berus* L. und *Vipera aspis* L. werden nicht nur häufig bei Tage angetroffen, sondern sind auch bei Tage jagend beobachtet worden, und das gilt auch für viele andere Arten. Jedenfalls mag hier darauf hingewiesen werden, daß Reptilien, wie Wirbeltiere überhaupt, die neben Stäbchen auch Zapfen besitzen, befähigt sind, zu beiden Tageszeiten ihren Lebensverrichtungen nachzugehen, wenn sie auch das helle Sonnenlicht meiden mögen. Für sie besteht jedenfalls die Möglichkeit einer größeren Aktivität im Lebensraum, als sie solche Formen besitzen, die nur Zapfen zeigen und am Tage in Erscheinung treten oder mit einer reinen Stäbchennetzhaut den Charakter völliger Dunkeltiere dartun.

Zumeist besitzen die Dämmerungs- und Nachtformen unter den Reptilien relativ kleine Augen. So spielen die Augen bei *Tarbophis*, *Leptodira*, gewiß auch bei den Riesenschlangen und vielen Vipern keine hervorragende Rolle. Die Kleinheit des Auges z. B. bei *Tarbophis* läßt wiederum den Schluß zu, daß Dämmerungs- und Nachtformen eine erhöhte chemorezeptorische Abhängigkeit von ihrer Umgebung haben [vgl. hierzu auch BAUMANN (1929) für die Viper; WIEDEMANN (1932) für die Otter; KAHMANN (1932a, 1934) für andere Schlangengattungen].

Relativ große Augen bei Nachtreptilien finden sich, abgesehen von einigen Schlangen, ausgesprochen bei den Geckonen und *Sphenodon*. Bei fast allen ersteren Arten fällt die ungewöhnliche Augengröße auf, was noch dadurch gewinnt, daß der Lidapparat der Geckonen in ähnlicher Weise wie der bei Schlangen zu einer »Brille« umgewandelt ist. Diese Formen erfahren auch in der Dämmerung starke optische Leitung.

Vergrößerung des Hornhautdurchmessers und größerer Bewegungsspielraum der Iris können ebenfalls als Anpassungen an das Dämmerungsleben gewertet werden (z. B. Geckonen, Schlangen, manche Eidechsen). Die Schlitzpupille, die viele Dunkelformen auszeichnet, nimmt des Nachts meist mehr oder minder runde Form an. Sie kann sogar völlig rund sein. Die mehr runde Pupillenform in der Dunkelheit gibt für den Lichteinlaß ins Auge einen günstigeren Effekt, da ein Kreis im Vergleich mit anderen geometrischen Figuren bei geringstem Umfang die jeweils größte Fläche umschließt. Bei den geringen Lichtmengen, die in der

Dämmerung oder in der Nacht noch vorhanden sind, ist diese Abrundung der Schlitzpupille also biologisch wichtig.

Im Gegensatz zu den Nachtformen, die gewöhnlich eine im ganzen gleichartig aufgebaute Netzhaut haben (Ausnahme *Sphenodon*, mit Fovea; vgl. hierzu Brauer, 1908, für Tiefseefische), besitzen die Tagreptilien zumeist Strukturfeinheiten in ihrer Netzhaut, die ihnen eine vielfache optische Überlegenheit sichern und sie geradezu zu Augentieren stempeln. Viele dieser Formen zeigen dann auch anscheinend ein stärkeres Zurücktreten anderer Sinnesleistungen, besonders des Geruchssinns. Es sind in der Regel komplizierte Areae, primitive Foveabildungen und bestentwickelte Foveae centrales, die die Netzhaut vieler Tagreptilien auszeichnen.

In vielen Fällen hat man in der Literatur die Bedeutung des Auges für die Lebensweise zu sehr verallgemeinert. Das gilt besonders für die Schlangen. Man hat nur in wenigen Fällen auf die gröbere (Alarmsinn) und feinere Leistung (Leitsinn) dieses Organs hingewiesen. Verständlich wird diese Verallgemeinerung vielfach daraus, daß die optische Leistung oft stark in den Vordergrund tritt, so daß vor allem auch die Leistungen der übrigen Sinne verdeckt werden. Genauere Beobachtung zeigt im Verein mit experimenteller Beschäftigung aber sehr bald den Anteil der einzelnen Sinneskomponenten an der gesamten Sinnesleistung. So hat es sich erwiesen, daß die Echsen im allgemeinen überwiegend Augentiere sind, bei den Schlangen hingegen zumeist Auge und chemischer Sinn weitgehend an der Orientierung beteiligt sein können. Das Verhältnis beider Sinne zueinander ist hier allerdings sehr wechselnd und muß bei jeder Art durch Beobachtung und Experiment besonders festgelegt werden.

Ganz verallgemeinernd kann man sagen, daß bei allen hier betrachteten 110 Reptilienarten das Auge mindestens als Alarmsinn eine Rolle spielt. Alarmierend wirkt in erster Linie die Bewegung der Beute. Auf diese Tatsache ist schon von Edinger (1909) und anderen Autoren (Gettkandt, Wiedemann) hingewiesen worden. »Die meisten Schlangen, alle Eidechsen und einige fleischfressende Schildkröten scheinen unbewegte Beute nicht zu sehen« (Edinger).

Bei den Schlangen spielt das Bewegungssehen die Hauptrolle. Hört die Bewegung auf, so ist der Kontakt mit der Beute zumeist unterbrochen. Denn nur selten vermag der chemische Sinn auf größere Entfernung bereits in Funktion zu treten. Sehr

viele, vielleicht die meisten Schlangen sind anscheinend nicht imstande, unbewegliche oder tote Beute mit dem Auge zu lokalisieren. Hingegen sind die Reaktionen auf sich bewegende Beute äußerst ausgeprägt. Doch kommen graduelle Unterschiede vor. Unter den aglyphen Nattern sind Gattungen wie *Tropidonotus*, *Coluber*, *Coronella*, auch die Vertreter der Gattung *Zamenis* sehr stark durch Bewegungen geleitete Formen. Sie packen oft schon bei geringfügigen Bewegungen ihre Beute mit Sicherheit. Bei *Uromacer*, *Leptophis*, *Oxybelis* u. a. ist es noch ausgeprägter. Viel weniger scheint dies bei proteroglyphen Nattern, besonders Brillenschlangen, der Fall zu sein. Wenigstens zeigen die Tiere in der Gefangenschaft beim Füttern meist ein unsicheres optisches Verhalten. Die Najaarten schlagen, selbst wenn man ihnen die Beute vorhält, wahllos zu und in vielen Fällen sogar vorbei. Die Orientierung nach den Bewegungen der Beute ist überall zweifellos überwiegend. Für die viperartigen Schlangen gilt erst recht diese Abhängigkeit. Es ist schon richtig, wenn WIEDEMANN (1932) darauf hinweist, daß bei Vipern, besonders bei der Kreuzotter, vielfach die ruhig sitzende Beute gebissen wird und daß hierbei nur eine chemische Leitung in Frage kommen kann. Aber das trifft doch in der allgemeinen Anwendung, die WIEDEMANN macht, meist nur in der Gefangenschaft zu. In der Freiheit wird eine solche Schlange nicht so häufig durch Zufall so nahe an die Beute herankommen, daß sie mit Hilfe des chemischen Sinnes lokalisiert werden kann (es sei denn, daß die Schlange die Laufspur des Beutetieres verfolgt). Im allgemeinen wird der Bißreflex wohl durch die Bewegung der Beute ausgelöst. Somit kann man also sagen, daß in allen Fällen zunächst die Bewegungen der Beute Reizwert besitzen, die bei den meisten Schlangen allein weitere Reaktionen bedingen. Das Auge wird auch zum Leitsinn, solange die Beute in Bewegung bleibt.

Innerhalb der Schlangen gibt es nur wenige Vertreter (nach experimenteller Erfahrung), die imstande sind, unbewegliche Beute mit dem Auge zu lokalisieren, also nach den Form- und vielleicht auch den Farbreizen[1] einen Kontakt mit der Beute

[1] Der Farbensinn der Reptilien ist mit Ausnahme der Krokodile gut entwickelt. Eigene Arbeiten auf diesem Gebiet wurden zum Teil durch die Untersuchungen von WAGNER (1932) an Echsen und WOLFTSTAR (1933) an Schildkröten vorweggenommen, sollen aber im Zusammenhang mit den Ergebnissen am Alligator und an einer überraschend gut dressierbaren Schlangenart noch Berücksichtigung finden. Leider sind die Dressurversuche an Schlangen nicht nur sehr kostspielig, sondern auch langwierig, wegen der an sich selteneren und schwierigen Nahrungsaufnahme der hochempfindlichen

zu bekommen. Es ist das Maß dieser Fähigkeit bei den einzelnen Arten verschieden groß, nur wenige zeigen sie in vollendeter Weise. Ein gewisses Formensehen ist bei allen Reptilien vorhanden. Bei den meisten Schlangen ist es experimentell infolge der geringen Dressierbarkeit nicht zu erfassen. Nach Beobachtungen sind *Coelopeltis*, *Oxybelis*, weiter *Dispholidus*, *Leptophis* eines deutlichen Formensehens fähig. Bei *Dryophis* ist es ungewöhnlich gut entwickelt. Systematische Beobachtungen bei der Fütterung

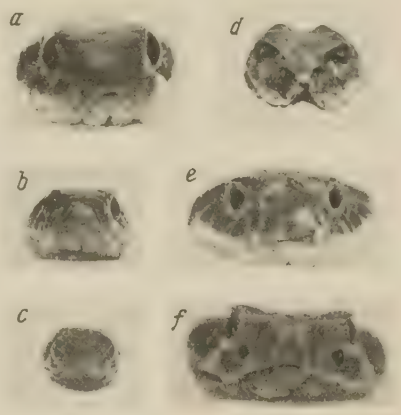


Abb. 1. Zum binokularen Gesichtsfeld bei Schlangen. Einblick in die Pupillen von vorn. Man beachte auch die Unterschiede in der Augenstellung. a) *Tropidonotus natrix* L.; b) *Zamenis gemonensis* Laur.; c) *Oxybelis fulgidus* Daud.; d) *Dryophis mycterizans* L.; e) *Denisonia superba* Günther; f) *Crotalus horridus* L. — *Zamenis* und *Oxybelis* zeigen schwachen binokularen Pupilleneindruck. Auch *Crotalus* zeigt ähnliche Verhältnisse (beachte hier die Wirkung der Schlitzpupille). *Natrix*, *Denisonia* und schließlich *Dryophis* zeigen zunehmende Vergrößerung des binokularen Pupilleneindrucks, durch stärkere Nach-vorn-Stellung der Augen (besonders *Denisonia*) oder starke Horizontalstreckung und Ausbuchtung der Pupille nach nasal (*Dryophis*).

geben bereits guten Einblick in diese Verhältnisse. Zu einem wirklich guten Formensehen (und Tiefensehen) gehört ein wohlentwickeltes binokulares Gesichtsfeld, dessen Größe schon bei bloßer Betrachtung der Augen von vorn vergleichbar wird (s. Abb. 1). Auch hierin steht *Dryophis* wieder obenan. Das Auge wird hier zum Leitsinn auch unbewegter Beute gegenüber, seine Leistung ist eine viel feinere.

Die soeben für Schlangen aufgezeigten Verhältnisse haben natürlich auch für die Echsen voll Geltung. Allerdings gilt hier in viel höherem Maße die Fähigkeit der Wahrnehmung auch unbeweglicher Beuteobjekte. Ein optisches Abtasten des Lebensraumes, das bei Schlangen mit einigen Ausnahmen (*Dryophis*, *Thelotornis* u. a.) niemals in diesem Sinne zu beobachten ist, kommt sehr vielen Echsen zu. Hierbei sei nicht nur an das Chamäleon gedacht, das diese Fähigkeit so extrem ausgebildet trägt,

tropischen Tiere. Bisher ist eine Dressur auf Rot und Blau recht gut vonstatten gegangen. Für das Formensehen liegen mir für Echsen und Schildkröten abgeschlossene Studien, für Krokodile fast beendete Beobachtungen vor. Für die Schlangenart gilt das unter dem Farbensinn Gesagte. Diese Studien sollen im Zusammenhang erscheinen, weshalb ich sie in Kürze vorläufig mitteilen werde.

sondern auch an Arten wie *Polychrus acutirostris* Spix, *Anolis equestris* Merr. und *Calotes*, die in vielen Punkten dem Chamäleon kaum nachstehen. Selbst Formen wie die echten Leguane, Basilisken, die Agamen, Zonuriden und manche andere gehören in diesen Zusammenhang, wenn hier auch nicht immer Augenbewegungen, sondern häufig nur blitzschnelle Kopfbewegungen diese optische Leistung gewährleisten.

Wenn bei Schlangen aus der bloßen Beobachtung auf ein binokulares Sehen geschlossen wurde, so gilt dies für Echsen nicht in dem Maße. Vieles im optischen Gehaben dieser Tiere spricht für eine sehr geringe Ausbildung und Bedeutung dieser Art des Sehens. Einen Maßstab für den rein anatomischen Grad der Ausbildung eines binokularen Gesichtsfeldes erhält man auch aus der Augenstellung (Abb. 2). Auffälligerweise zeigen alle Formen mit stärker nach vorn gestellten Augenachsen und damit größerem binokularen Sehbereich oder großer Augenbewegung und damit größerem Fixierbereich eine starke Abhängigkeit in biologischer Hinsicht von dieser Art der Einstellung zur Umgebung (Chamäleon u. a.). Während man sonst bei den Echsen in vielen Fällen, die eine genaue optische Einstellung verlangen, monokulares Fixieren findet (Blickfolgen bei *Iguana*, *Varanus* und vielen anderen), zeigen viele Schlangen und Schildkröten binokulares Fixieren, letztere fast immer eine erhöhte Konvergenzlage der Augenachsen. Bei vielen Schlangen (*Chrysopelea*, *Oxybelis*, *Dryophis*, *Leptophis*, *Uromacer*, *Dendraspis* u. a.) zeigt sich dieses Fixieren in kurzen, pendelnden Bewegungen des Kopfes in der Horizontalen, die wie ein Peilen anmuten und die binokulare Orientierung erleichtern dürften, da ja spontane Augenbewegungen so gut wie fehlen. Es sind die fast durchweg tagliebenden Colubriden, die diese Erscheinung besonders aufzeigen. Bei Vipern beobachtet man sie wenig oder gar nicht. Bei den meist mit einer sehr seitlichen Grundstellung der Augen versehenen Echsen ist, wie auch die Abbildung ausdrückt, nur mit einer ganz geringen Ausbildung des binokularen Bereichs zu rechnen. Ob zum Beispiel das Kopfnicken, das etwa die Basilisken zeigen, in ähnlicher Weise wie bei Schlangen zu deuten ist, kann nicht sicher gesagt werden. Die Tiere nicken einander förmlich zu, und es vermag sehr wohl ein Ausdruck einer rein psychischen Erregung zu sein.

Es mag hier auch darauf hingewiesen werden, daß alle diejenigen Reptilien, für die ein ungewöhnlich gut entwickeltes Fixie-

ren im einen oder anderen Sinne gilt, sich sämtlich durch besondere Netzhautstrukturen, in den meisten Fällen sogar durch den Besitz einer Fovea centralis auszeichnen (die überwiegende Zahl der Echsen; zwei Schlangengattungen). Das Fixieren bedeutet aber,

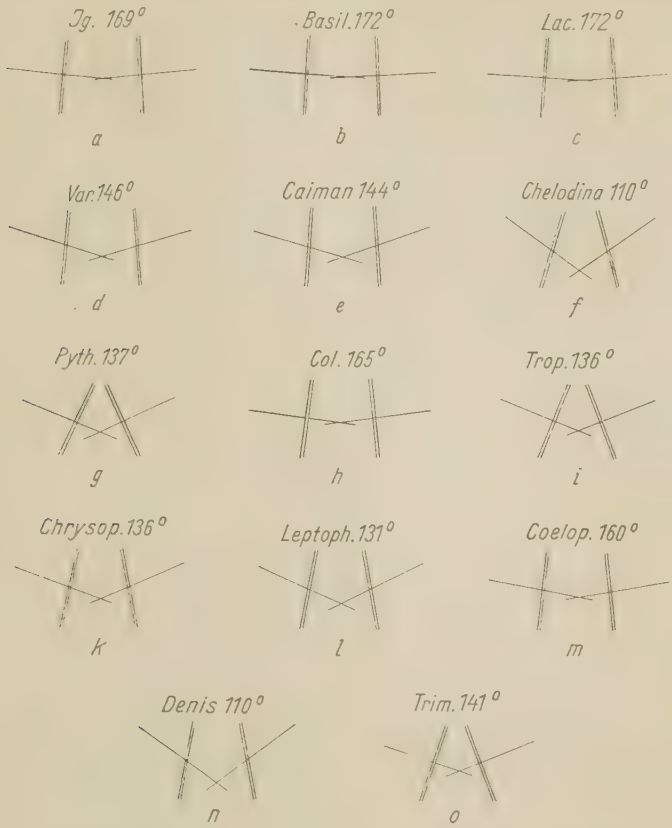


Abb. 2. Zur Augenstellung bei Reptilien. Die Figuren geben das ungefähre Verhältnis von Orbitaebene und Augenachse wieder. Die Größe des Winkels, den die Augenachsen nach vorn bilden, ist in Klammern bei den einzelnen Arten angegeben. Man vergleiche die Zahlen bei Echsen und Schlangen miteinander und ziehe auch die entsprechenden Figuren der Abbildung 1 heran. Die Orbitaebene ist mit einem Doppelstrich gezeichnet. a) *Iguana tuberculata* Laur. (169°); b) *Basiliscus plumifrons* Cope (172°); c) *Lacerta viridis* Laur. (172°); d) *Varanus griseus* Daud. (146°); e) *Caiman niger* Spix (144°); f) *Chelodina longicollis* Shaw (110°); g) *Python molurus* L. (137°); h) *Coluber leopardinus* Bp. (165°); i) *Tropidonotus viperinus* Latr. (136°); k) *Chrysopelea ornata* Shaw (136°); l) *Leptophis liocercus* Wied (131°); m) *Coelopeltis monspessulana* Herm. (160°); n) *Denisonia superba* Günther (110°); o) *Trimeresurus wagleri* Günther (141°). — Die Maße stammen von frisch toten Tieren.

daß diese Strukturen stets auf das Aufmerksamkeit erregende Objekt eingestellt werden. Aus der Lage dieser Bildungen und dem Grad der Augenbewegungen wird weiter vielfach verständlich, warum z. B. die Echsen fast nur monokular fixieren, *Dryophis* und andere Schlangen immer binokular. An anderer Stelle befindet sich eine genaue Darstellung dieser besonderen Verhältnisse.

Interessant ist es weiterhin, die Reptilien im Zusammenhang mit der Art ihrer Nahrung auf ihre optischen Leistungen hin zu prüfen. Nur fleischfressende, also räuberische Formen sind die Krokodile, die Geckonen, Chamäleonen, Varane, Tejiden und alle Schlangen. Die übrigen Reptiliengruppen enthalten auch pflanzenfressende Formen. Man könnte nun glauben, daß die Pflanzenfresser weniger gute optische Leistungen vollbrächten und vielleicht mehr geruchlich an ihre Beute herangeführt würden. Das trifft aber nicht in dem Maße zu. Nach dem, was uns bis jetzt aus der Sinnesphysiologie bekannt ist (es soll hier nur der gesamte chemische Sinn und das Auge berücksichtigt werden; Untersuchungen über das Hörvermögen gebe ich hoffentlich bald an anderer Stelle bekannt), läßt sich über die Abhängigkeit von der Nahrung bei einzelnen Formengruppen ganz kurz folgendes zusammenfassen (s. a. die oben angeführten Autoren).

Die große Menge der Schlangen hat eine sehr deutliche zweifache Einstellung zur Nahrung: soweit lebende und meist sehr bewegliche Beute aufgenommen wird — und das ist in den meisten Fällen zutreffend —, ist zumeist der optische Zusammenhang mit der Beute gegeben. Eine Ringelnatter stürzt sofort auf den hüpfenden Frosch, um ihn zu packen. Eine Viper, die in erreichbarer Nähe eine Beute sich bewegen sieht, schlägt blitzschnell danach oder kriecht darauf zu. Und so verhalten sich die meisten Schlangen. Stets aber bemerkt man, daß die Tiere daneben züngeln. Dieses Züngeln hat sich als ein wichtiger Faktor bei der chemischen Orientierung vor dem Munde erwiesen. Schaltet man die Beweglichkeit der Beute (tote Beute) und den optischen Kontakt (»blinde« Tiere) aus, so sind die meisten Schlangen auch dann noch imstande, Beute als solche zu erkennen und zu packen. Es genügt in vielen Fällen sogar der bloße Beutegeruch (Spuren usw.), um die Tiere zur Suche zu aktivieren. Eine Ausnahme unter den Schlangen, *Dryophis*, ist zu erwähnen. Sie ist nach bisherigen Versuchen bei der Beutesuche ausschließlich optisch geleitet. Auffälligerweise fehlt hier auch fast das für Schlangen sonst so charakteristische regelmäßige Züngeln. Das Auge besitzt, eine Seltenheit bei Schlangen, eine Fovea centralis.

Unter den Echsen finden wird in den Varanen und Tejiden Familien, die sich mit den Schlangen sinnesbiologisch vergleichen lassen. Auch hier existiert neben einer guten optischen Leistung ein ausgesprochener chemischer Sinn. Gerade diese beiden Familien sind es, die unter den Echsen durch wohlausgeprägtes Züngeln auf-

fallen. Im Experiment zeigen die Vertreter dieser Echsengruppen ein sonst bei Echsen, auch den meisten Scincoiden, nicht zu beobachtendes, ungewöhnlich gutes chemorezeptorisches Vermögen, besonders bezüglich der Orientierung vor dem Munde. Es mag in diesem Zusammenhang interessieren, daß Broman (1918) einen Teil der Befunde, die seiner Theorie bezüglich der Funktion des Jakobsonschen Organs den Boden gaben, am Waran erhoben hat. Im Auge von *V. griseus* Daud., dem einzigen Waran, von dem mir völlig frisch fixierte Augen vorlagen, findet sich eine mitteltiefe Netzhautgrube. In der Literatur wird ein gutes Sehvermögen in manchen Punkten gerade bei dieser anscheinend sehr räuberischen Art hervorgehoben.

Die Familie der Skinke zeigt nebeneinander Formen, die mehr in der einen oder anderen Richtung spezialisiert erscheinen. Man findet teilweise einen gut entwickelten Gesichtssinn, z. B. bei *Egernia* und *Tiliqua*, während *Trachysaurus*, *Chalcides*, *Scincus* wiederum mehr chemorezeptorisch geleitet sind und in bezug auf die Leistungen des Auges viel träger erscheinen. Alle diese Formen zeigen echtes, wenn auch langsames Züngeln und hochinteressante Einzelheiten bezüglich der chemischen Leistungen. Hier ließen sich Anguiden und Lacertiden anschließen.

Sehr stark oder bereits ganz in den Vordergrund treten die Augenleistungen hinsichtlich des Beuteerwerbs bei den Leguanen, Agamen, Zonuriden u. a. Innerhalb dieser Gruppen sind die echten Leguane (*Iguana*) sowie einige Agamen (z. B. *Uromastix*) reine Pflanzenfresser, die also ein vorzügliches Sehvermögen auszeichnet. Selbstverständlich sind alle räuberischen Formen, und d. i. die Hauptmenge der Arten, sehr gut optisch orientiert. Wieweit hier der chemische Sinn eine Beziehung zur Beute und Nahrung gibt, kann noch nicht mit völliger Sicherheit gesagt werden, wenigstens nicht bezüglich der chemorezeptorischen Prüfung vor dem Munde, die nach bisherigen Versuchen mit Duftbrei nicht sehr stark ausgeprägt zu sein scheint. Es muß besonders darauf verwiesen werden, daß es Züngeln im Sinne wie bei Schlangen, Waranen und Teju oder den Skinken hier nicht gibt. Die pflanzenfressenden Formen wählen sich ihre Beute mit dem Gesicht. Besonders schöne Versuche und Beobachtungen gestattet hier *Uromastix*. Es ist natürlich schwer zu sagen, ob man bei den pflanzenfressenden Arten der Iguaniden und Agamiden den ausgeprägten Gesichtssinn und die hochentwickelte Netzhaut daraus verstehen kann, daß diese Formen von räuberischen Fleischfressern herstammen und infolge der

mitgebrachten Überlegenheit unter den Pflanzenfressern gemeinhin, biologisch gesprochen, größere Konkurrenzfähigkeit und vielleicht größere Möglichkeit zur Spezialisierung auf bestimmte Nahrungspflanzen besaßen, die sie mit dem Gesicht schon auf weiten Abstand erkennen konnten.

Vollständige Gesichtstiere sind die schon erwähnten Chamäleonen und (vielleicht) die Geckonen. Die einen sind reinste Tagtiere, die anderen überwiegend Dämmerungs- und Nachtformen. Die Chamäleonen sind sehr langsame, auf Insektennahrung spezialisierte Arten, die nur durch ihren vorzüglich entwickelten optischen Apparat sich ihrer Beute versichern, die sie nicht verfolgen und kaum aufsuchen können. Die Geckonen sind äußerst agile Formen, die ihre ebenfalls gut bewegliche Beute im Sprung oder im Lauf erhaschen und, außer *Sphenodon*, wohl als einzige Reptiliengruppe auch in der Dämmerung und des Nachts überwiegend (oder nur) durch ihr Auge geleitet werden. Auch ihr optischer Apparat ist in vieler Hinsicht vorzüglich entwickelt.

Zusammenfassend gilt für die Echsen also ein gutes Wahrnehmen von Bewegungen (siehe hierzu die großen pheripheren Gebiete der Netzhaut), das vielfach eine Einstellung des Augenfundus, der zweifellos gutes Formensehen hat, zum Reiz bedingt, so daß dann wohl die Formenreize des Objektes weitere Reaktionen auslösen. Darüber hinaus findet man in vielen Fällen gutes Formensehen derart, daß auch das unbewegte Objekt richtig angesprochen wird. Auch Echsen, die gewöhnlich auf unbewegte Beute nicht reagieren (Lacertiden), zeigen experimentell ein Formensehen. Es gilt also der oben von Edinger (1909) zitierte Satz für Echsen mindestens nicht in dieser Verallgemeinerung.

Über Krokodile und besonders Schildkröten kann ich zunächst nur nochmals auf Edinger verweisen. Formensehen haben beide, besonders die Schildkröten. Biologisch scheint es nicht immer hervorzutreten, sicher nicht bei den Krokodilen. Im ganzen habe ich in biologischer Hinsicht zu wenig Vertreter genau prüfen können (5 Panzerechsen, 15 Schildkröten, die obendrein biologisch wenig verschieden waren), um hier bestimmte Angaben machen zu können. Auch ist das Auge dieser Formen in einigen mir wesentlichen Punkten für die Beurteilung dieser Fragen noch nicht untersucht.

Alle Reptilien, bei denen das Sehorgan zu feineren Leistungen befähigt ist, zeichnen sich in der Regel durch ein gutes Akkommodationsvermögen aus (Beer, 1898; Hess, 1909; Michel,

1932/33; KAHMANN 1932b). Besonders ins Auge fällt es bei solchen Formen, die amphibiotisch leben und sich auch im Wasser mit dem Gesichtssinn orientieren. Die anderen physikalischen Bedingungen des Mediums verlangen ein erhöhtes in Erscheinungtreten der Veränderungen, die während der Akkommodation im Auge auftreten. Unter den Schlangen sind es *Tropidonotus tesselatus* LAUR. und *Tr. viperinus* LATR. (s. Abb. 3) u. a., die unter

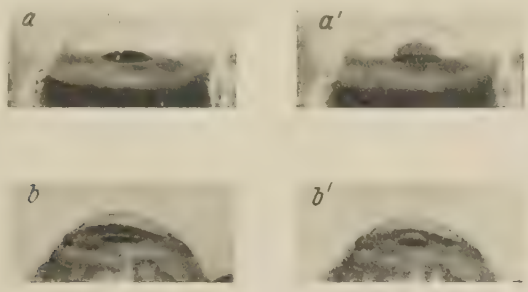


Abb. 3. Zur Akkommodation des Auges bei stark optisch geleiteten amphibiotischen Reptilien. a, a') *Tropidonotus viperinus* Latr. (Einblick in die vordere Augenkammer genau von oben); b, b') *Emys orbicularis* L. (Einblick in die vordere Augenkammer genau von unten). a, b) Augen in Ruhe, a', b') Augen in Akkommodation. Die Brechkraft der Linse erhöht sich ungemein durch Auftreten eines Lenticonus anterior, an dessen Zustandekommen die Iris stark beteiligt ist. Siehe auch den Text.

den veränderten äußeren Bedingungen einen Akkommodationsmodus zeigen, der von der sonst bei Schlangen zu beobachtenden Art und Weise völlig abweicht. Diese im Wasser jagenden Formen sehen vorzüglich und erlauern in der Regel ihre Beute, die sie ungemein sicher ergreifen. Ganz ähnlich verhalten sich viele Wasserschildkröten. Alle Formen zeigen während der Akkommodation einen kräftigen Lenticonus anterior, wie es aus den beigefügten Photogrammen ersichtlich ist. Die Geschwindigkeit der Akkommodation ist außerordentlich, besonders bei den Wasserschildkröten.

Der Lenticonus der Wasserschildkröten kommt in ähnlicher Weise zustande wie bei den erwähnten Schlangen, nämlich durch die Wirkung der Iris. Infolge der Verschiedenheit der einzelnen Vorstellungen im Schrifttum (BEER, HESS u. a.) habe ich gelegentlich von Untersuchungen am Transversalmuskel[2] der Schildkröten und Echsen die Akkommodation der ersteren noch-

[2] Die Studien an dem Transversalmuskel, der eine nasoventrale Linsenverlagerung bewirkt und den ich 1932 infolge einer peinlichen Unachtsamkeit bei Echsen leugnete, sollen noch besonders erscheinen. (Siehe auch die Anmerkung am Ende dieser Notizen.) Dieser Muskel ist bei Schildkröten, Eidechsen, Geckonen vorhanden und tritt anscheinend immer bei der Nahakkommodation in der angedeuteten Weise in Funktion. Die Verschiebung der Linse konnte in allen Fällen photographisch belegt werden.

mals geprüft und möchte diese Beobachtungen in Kürze in dieser Zeitschrift abdrucken lassen.

Die Gruppe der Wassertrugnattern (Homalopsinae), aus der ich zwei Vertreter lebend untersuchen konnte, scheint weniger stark optisch geleitet zu sein. *Cerberus rhynchops* Schn. züngelt im Wasser sehr kräftig und zeigt ein ähnliches Verhalten wie *Achrochordus javanicus* Hornst. Über die Akkommodation der kleinen Augen konnte ich bei *Cerberus* nichts Sicheres ermitteln. Wie sich die Gruppe der stark ans Wasser gebundenen Seeschlangen (Hydrophiinen) in dieser Beziehung verhält, läßt sich ebenfalls nicht sagen, da trotz aller Bemühungen kein lebender Vertreter verfügbar war.

Unter den nur das Land bewohnenden Reptilien zeigen die Echsen die schnellste Akkommodation und meist die größte Akkommodationsbreite. Es finden sich aber gewisse Unterschiede. So akkommodiert *Physignathus* schneller und kräftiger als beispielsweise *Iguana*. Den Höhepunkt hierin dürften Chamäleon, *Polychrus* und *Calotes* erreichen. Die hierauf bezüglichen Daten, die aus Untersuchungen über den Ringwulst der Sauropsiden entstammen, sollten im Zusammenhang mit stammesgeschichtlichen Erwägungen über die Akkommodation erscheinen, was aber zunächst durch die Arbeit von Franz, 1934 (s. Anmerkung hinter dem Literaturverzeichnis) hinfällig geworden ist.

Werner (1902) hat eine Reihe von Angaben über die Sehweite der Reptilien gemacht, die er in Körperlängen ausdrückt, und legt diesen Zahlen großen Wert für die Angaben über das Sehvermögen bei. So kommt es, daß die angeführte Mitteilung nicht in allen Punkten Gültigkeit hat. Es geht bei biologischen Betrachtungen, sonderlich über die Rolle des Gesichtssinns beim Nahrungserwerb, auch nicht ohne weiteres an, den Menschen und sein Erkanntwerden als Maßstab anzulegen. Die Umwelt der meisten Reptilien enthält in der Regel diesen Faktor nicht.

Über die Sehschärfe der Reptilien läßt sich nicht ohne weiteres etwas aussagen. Hierzu gehören genaue Untersuchungen sowohl des dioptrischen Apparats als auch der Netzhautstruktur. In einigen abgeschlossenen Arbeiten werde ich auf solche Fragen eingehen, auch auf die Experimente, die bezüglich der Sehscharfe angestellt wurden, an Reptilien aber langwierig und mühsam sind, und auch kostspielig [bezüglich foveatragender Formen (große Echsen, *Dryophis*), die meist sehr teuer sind.]

Es bleiben hier noch einige wichtige Zusammenhänge unberührt oder nur flüchtig berührt. Einige Fragen sind anderweitig genauer behandelt (Augenbewegungen, Gesichts- und Blickfeld,

Linsenabbildung). Manches gehört nicht mehr ganz in den gegebenen Zusammenhang. Deutlich kann aber auf Grund der mitgeteilten Beobachtungen gesagt werden, daß innerhalb der Reptilien das Auge in Bau und Leistung eine mannigfache Variation erfährt und in vielen Fällen einen hohen Ausbildungsgrad erreicht. Gewisse, bei Reptilien (Echsen) angebahnte Besonderheiten finden beim Vogelauge ihre morphologische und auch physiologische Vollendung. In diesem Zusammenhang interessieren besonders die Vögel mit zwei Foveae centrales, vor allem die Akkommodation in solchen Augen. Diese Verhältnisse konnte ich letzthin untersuchen, im Anschluß an Studien am Transversalmuskel der Reptilien und dessen Funktion. Die Zusammenhänge zwischen gewissen Reptilien und den Vögeln bezüglich des Auges finden sich noch in vielen anderen Beziehungen, nicht zum letzten hinsichtlich der Netzhaut. Es muß aber gesondert auf solche Verhältnisse eingegangen werden.

Literatur.

Baumann, F., 1929, Z. vergl. Physiol. **10**, 36.
Beer, Th., 1898, Pflügers Arch. **69**, 607.
Brauer, 1908, Die Tiefseefische, II. Anat. Teil. Wiss. Erg. Tiefsee-Expedition Valdivia 1898—99, **15**.
Broman, I., 1918, Lunds Univ. Årsskrift, N. F. (2) **14**.
Dürigen, B., 1897, Deutschlands Amphibien und Reptilien. Magdeburg.
Edinger, L., und Claparède, E., 1909, Über Tierpsychologie. Leipzig.
Fritzberg, W., 1912, Arch. vergl. Ophthalm. **3**, 292.
Gettkandt, A., 1931, Z. vergl. Physiol. **11**, 1.
Hempelmann, F., 1926, Tierpsychologie, Leipzig.
Hess, C., u. Fischer, F., 1909, Arch. Augenheilk. **62**, 345.
Kahmann, H., 1932a, Zool. Jb. Physiol. **51**, 173.
— 1932 b, Ibid. **52**, 295.
— 1933, Zool. Anz. **102**, 177.
— 1934, Ibid. **107**, 49.
Lenz, O., 1832, Schlangenkunde, Gotha.
Mell, R., 1928, Z. Morph. u. Ökol. Tiere **11**, 539.
Michel, K., 1933, Jena. Z. Naturwiss. **66**, 577.
Verrier, M. L., 1933a, C. r. Acad. Sci. **196**, 723.
— 1933b, Bull. biol. **67**, 350.
Wagner, H., 1933, Z. vergl. Physiol. **18**, 378.
Walls, G., 1932a, Science **75**, 468.
— 1932b, Bull. Antivenin Inst. Amer. **5**, 68.
Werner, F., 1902, Biol. Zbl. **22**, 737.
— 1913, Lurche und Kriechtiere. Brehms Tierleben. Leipzig.
Wiedemann, E., 1931, Zool. Jb. Syst. **61**, 621.
— 1932, Zool. Anz. **97**, 278.
Wojtusiak, R., 1933, Z. vergl. Physiol. **18**, 393.

Anm. Franz V., Biol. Zbl. Heft 7—8, Juli—August 1934, erwähnt Arbeiten seiner Schüler über den Transversalmuskel: Lasker, Eidechsen (inzwischen erschienen) und König, Schildkröten, die im Druck sind. Eine vorläufige Mitteilung von Lasker befindet sich etwas abliegend in Zeiss-Nachrichten **1933**, Heft 5.

Ein neuer Beweis für die Kernnatur der sog. „scheibenförmigen Körperchen" bei Opalinen.

Von Momčilo Ivanić, Belgrad.

Zentralinstitut für Hygiene. Direktor Dr. Stevan Ivanić.

(Mit 4 Abbildungen.)

Eingeg. 29. September 1934.

Wie bekannt, bestehen neben den typischen Bläschenkernen bei allen Opalinen noch zahlreiche, sog. »scheibenförmige Körperchen«, über deren Natur die Ansichten der Forscher noch immer weit auseinandergehen. In letzter Zeit habe ich mich in zwei Arbeiten bemüht, den Nachweis zu erbringen, daß es sich bei den »scheibenförmigen Körperchen« um winzige Kerne handle (Ivanić 1933 und 1934). Die Kernnatur der »scheibenförmigen Körperchen« habe ich durch den Nachweis des typischen Kernbaues derselben im ruhenden Zustande, durch deren Vermehrung durch Teilung und durch deren zeitweises Heranwachsen zu typischen Bläschenkernen bei den vegetativen Stadien von *Cepedea dimidiata* und *Opalina obtrigona* wahrscheinlich zu machen gesucht. An dieser Stelle sei es mir gestattet, die Kernnatur der »scheibenförmigen Körperchen« bei den ruhenden Stadien, in den sog. Infektionszysten von *Protoopalina intestinalis* und *Opalina ranarum* nachweisen zu versuchen.

Durch Bildung der sog. Infektionszysten wird bei Opalinen, wie bekannt, die geschlechtliche Periode nach erfolgter Periode des langdauernden vegetativen Lebens eingeleitet. Die im Laufe des vegetativen Lebens riesengroß gewordenen, vielkernigen Tiere zerfallen währenddem in immer kleinere und kleinere Plasmotomiezerfallsstücke, um endlich zu winzigen, wenigkernigen, nicht selten sogar nur 2- oder 1kernigen Opalinenstadien zu werden. Diese durch fortgesetzte Plasmotomie gebildeten, kleinsten Opalinenstadien gehen nun in die Ruheperiode über, wodurch die sog. Infektionszysten zustandekommen. Wenn die Infektionszysten hinausgelangen und von den Kaulquappen aufgefressen werden, schlüpfen aus den Zysten die Opalinen aus, die in 1kernige Gameten zerfallen, welche miteinander kopulieren und die Zygoten bilden. Aus den Zygoten entstehen nun nach Freiwerden die Stadien, welche durch stetige Größenzunahme des Protoplasmakörpers und durch rege Kernvermehrung wieder mit der Zeit zu den riesengroßen, zahlreiche Kerne enthaltenden vegetativen Stadien werden.

In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle findet diese typische Bildung der Infektionszysten statt. Bei aufmerksamer Beobachtung können wir uns aber überzeugen, daß neben der typischen,

regelmäßig vorkommenden Bildung der Infektionszysten noch eine andere atypische Bildung vorkommen kann.

Diese atypischen Infektionszysten sehen äußerlich wie typische Infektionszysten aus. Sie werden auch in völlig derselben Weise wie die typischen gebildet und zeigen denselben regelmäßigen Bau. Sie färben sich völlig gleichartig wie die typischen Stadien und lassen keine Spur eines pathologischen Zustandes erkennen, sind also als normale Bildungen anzusehen. Nur in bezug auf den Kernapparat unterscheiden sich die atypischen von den typischen Infektionszysten recht erheblich: Während die typischen Infektionszysten eine gewisse Zahl von Bläschenkernen neben den »scheibenförmigen Körperchen« enthalten, sind bei den atypischen Infektionszysten keine Bläschenkerne neben den »scheibenförmigen Körperchen« zu beobachten. Dabei ist ausdrücklich zu betonen, daß die Bläschenkerne nicht zufälligerweise der Beobachtung entgangen sind. Immer kann man die nur scheinbar bläschenkernlosen (durch mangelhafte Präparation hervorgerufenen) Infektionszysten von den tatsächlich bläschenkernlosen Ruhestadien unterscheiden. Ich kann mit Sicherheit angeben, daß mir dabei kein Beobachtungsfehler unterlaufen konnte.

In Abb. 1[1] gebe ich eine atypische, bläschenkernlose Infektionszyste von *Protoopalina intestinalis* wieder. Wie ersichtlich, ist diese Infektionszyste wie jede normale typische Zyste gebaut. Sie ist von zwei Schutzmembranen, von der äußeren Ektozyste und von der inneren Entozyste umgeben. Der in den Schutzmembranen enthaltene Protoplasmakörper weist ganz normales färberisches Verhalten auf und sieht völlig normal aus, es ist aber keine Spur irgendeines Bläschenkernes zu erkennen. Anstatt dessen finden sich im Protoplasmakörper zahlreiche winzige, mit Heidenhainschem Eisenhämatoxylin tiefschwarz gefärbte »scheibenförmige Körperchen«, an welchen keine nähere Struktur zu unterscheiden ist. Wenn wir die wichtige Tatsache berücksichtigen, daß die Bläschenkernlosigkeit bei diesen Stadien nicht einen pathologischen Zustand hervorruft, müssen wir annehmen, daß die bläschenkernlosen Ruhestadien doch die nötigen Kernapparate besitzen. Die Kernnatur der »scheibenförmigen Körperchen« wird deshalb ohne weiteres klar.

[1] Sämtliche Abbildungen sind nach den mit Schaudinnschem Sublimatalkohol fixierten und mit Heidenhainschem Eisenhämatoxylin gefärbten Präparaten mit Hilfe des Leitzschen Zeichenapparates in der Höhe des Arbeitstisches bei Vergrößerung Zeiss Ok. 4, Obj. Apochr. Imm. 1,5 mm für sämtliche Abbildungen entworfen. Bei Herstellung der Klischees sind alle Abbildungen auf $^2/_3$ verkleinert.

Noch stichhaltigere Beweise für die Kernnatur der »scheibenförmigen Körperchen« sind durch die in Abb. 2—4 wiedergegebenen Infektionszysten von *Opalina ranarum* gegeben. Hier fällt zunächst auf, daß sich die Zysten der Größe nach voneinander recht erheblich unterscheiden. Doch haben diese Größenunterschiede keine merklichen pathologischen Veränderungen hervorgerufen, was als ein neuer Hinweis auf deren ganz normalen Zustand zu deuten ist. Von besonderem Interesse ist aber die Tatsache, daß einerseits

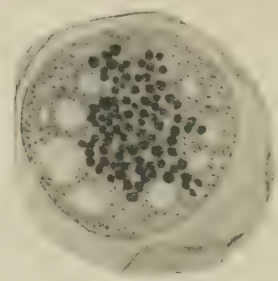


Abb. 1.

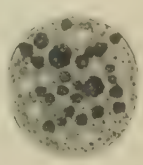


Abb. 2.

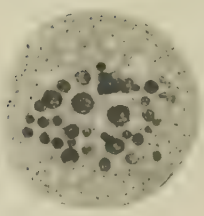


Abb. 3.

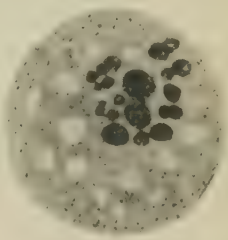


Abb. 4.

hier keine Bläschenkerne enthalten sind, die »scheibenförmigen Körperchen« aber nicht alle gleich groß und gleichartig gebaut aussehen. Bei all den drei Ruhestadien fallen auf den ersten Blick je zwei »scheibenförmige Körperchen« durch ihre Größe wie durch besondere Struktur auf. Während die kleinen »scheibenförmigen Körperchen« mit Heidenhainschem Eisenhämatoxylin homogen tiefschwarz gefärbt keine nähere Struktur erkennen lassen, zeigen jeweils die zwei größeren eine regelmäßige und merkwürdige Struktur. Offenbar handelt es sich hier um im Heranwachsen begriffene »scheibenförmige Körperchen«, die schon in diesem frühen Stadium einen deutlichen Bläschenkernbau auszubilden beginnen. Mitten in dem Kernraume ist ein winziges, kornartiges, dem Plastinkaryosom entsprechendes Gebilde zu sehen. In dem dem Außenkerne entsprechenden Raume ist die zweite stark farbbare Kernsubstanz, das körnige Chromatin, mit voller Deutlichkeit zu unter-

scheiden. Nur ist das achromatische Lininnetzwerk noch nicht ganz deutlich zum Ausdruck gekommen. Auf seine dichtere Konsistenz ist wohl das stärkere färberische Verhalten zurückzuführen. Wenn das achromatische Lininmaterial aber auf dem Wege einer immer fortschreitenden Aufquellung eine mehr lockere Anordnung erfährt, wird es sich nicht mehr so tiefschwarz färben und das Lininnetzwerk wird, sowie es bei den Bläschenkernen der Fall ist, deutlich hervortreten.

Das weitere Schicksal der in Vergrößerung begriffenen »scheibenförmigen Körperchen« wird ohne weiteres klar: Die ursprünglichen »scheibenförmigen Körperchen« werden nach und nach durch das stetige Heranwachsen zu typischen Bläschenkernen. Die ursprünglich bläschenkernlosen Infektionszysten wandeln sich in bläschenkernhaltige um. Die Kernnatur der »scheibenförmigen Körperchen« wird somit nochmals auf dem Wege der direkten Beobachtung ohne weiteres erwiesen. Im Anschluß an die von mir früher erhobenen Befunde (Ivanić 1933 und 1934), sowie an das hier vorgetragene Beobachtungsmaterial können wir sagen, daß die »scheibenförmigen Körperchen« der Opalinen sowohl während der ungeschlechtlichen als auch während der geschlechtlichen Lebensperiode der Ciliaten stets zu erwachsenen Bläschenkernen werden können.

An dieser Stelle möchte ich noch auf eine sehr merkwürdige und wichtige Erscheinung der geschlechtlichen Fortpflanzung bei Opalinen aufmerksam machen. Wie in letzter Zeit von Mayer (1929) angegeben worden ist, bleiben die »scheibenförmigen Körperchen« das ganze Leben der Opalinen hindurch erhalten. Sie sind demgemäß auch in den Gameten enthalten. Wenn dem so ist, dann nehmen die Opalinen in bezug auf die Gameten-Bildung und Befruchtung unter den Protozoen eine Sonderstellung ein. Die Gameten sind dann hier nicht ein-, sondern vielkernig. Demnach hätten wir es hier bei Opalinen mit einem Sonderfall zu tun, wie er bei Pilzen, z. B. bei Phycomyceten, vorzukommen pflegt.

Bei *Albugo Bliti* hat Stevens (1899, 1901, 1904) vielkernige Oogonien und Antheridien beobachtet, bei welchen während der Befruchtung je ein weiblicher und männlicher Kern paarweise miteinander kopulieren. Bei einer anderen Phycomycete, *Peronospora parasitica*, sind nach Wager (1890, 1900) auch die Oogonien und Antheridien mehrkernig, die Befruchtung aber machen nur ein weiblicher und ein männlicher Kern durch, alle anderen überzähligen Kerne gehen dagegen zugrunde.

Die Gametenbildung und deren Befruchtung bei Opalinen weist eine Mittelstellung zwischen den beiden erwähnten, bei

Phycomyceten vorkommenden Fällen auf. Hier verschmelzen ja die vielkernigen geschlechtlichen Zellen in Form der Gameten miteinander, doch wird die Befruchtung nur von einem weiblichen und einem männlichen Kerne, von den zwei Bläschenkernen, durchgemacht, die »scheibenförmigen Körperchen« bleiben dagegen übrig, ohne die Befruchtung mitzumachen und ohne als überzählige Kerne zugrunde zu gehen. In meiner Arbeit über *Opalina obtrigona* (Ivanić 1934) habe ich darauf aufmerksam gemacht, daß bei Opalinen die Züge der phylogenetischen Entwicklung der Sexualität noch zu erkennen sind. Die Bildung der vielkernigen Gameten und deren Befruchtung, bei welcher der vielkernige Zustand völlig erhalten bleibt, liefern einen weiteren Beweis dafür. Im Anschluß an die bei Phycomyceten vorkommenden Verhältnisse können wir annehmen, daß die Befruchtung ursprünglich sich an vielkernigen Stadien abgespielt hat und daß der einkernige Zustand erst sekundär aufgetreten ist. Somit sind wir berechtigt zu sagen, daß bei Opalinen in bezug auf die geschlechtlichen Vorgänge ursprünglichere Verhältnisse als bei anderen Ciliaten herrschen, sowie daß die Opalinen im Vergleiche mit anderen sog. typischen Ciliaten phylogenetisch wohl ursprünglichere Formen darstellen.

Literatur.

Ivanić, Momčilo, Zur Aufklärung der Kernverhältnisse und der Kernteilung bei der im Enddarme der gemeinen Erdkröte (Bufo vulgaris Laur.) lebenden Opaline, Cepedea dimidiata Stein. Arch. Protistenkde **80** (1933).

— Ein Beitrag zur Kenntnis der im Enddarme des Laubfrosches (Hyla arborea L.) lebenden Opaline, Opalina obtrigona Stein. Zool. Anz. **107** (1934).

Mayer, G. A. W. van Overbeek de, Beiträge zu Wachstums- und Plasmadifferenzierungserscheinungen an Opalina ranarum. Arch. Protistenkde **66** (1929).

Stevens, F. L., The compound oosphere of Albugo Bliti. Bot. Gazette **28** (1899).

— Gametogenesis and fertilization in Albugo. Ibid. **32** (1901).

— Oogenesis and fertilization in Albugo Ipomoeae panduranae. Ibid. **38** (1904).

Wager, H., Observations on the Structure of the Nuclei in Peronospora parasitica during the formation of the oospore. Ann. of Bot. **4** (1890).

— On the fertilization of Peronospora parasitica. Ibid. **14** (1900).

Über den Laichakt von Lota lota Linnaeus.

Von Wilhelm Schreitmüller, Frankfurt a. M.

Eingeg. 24. Oktober 1934.

Steinbach berichtet in »Brehms Tierleben« (Bd. Fische) über den Laichakt von *Lota lota* Linnaeus (Syn.: *Lota vulgaris* Cuv. und *Gadus lota* L.), daß er beobachtet habe, »daß diese Fische während des Laichaktes vermittels eines ‚häutigen Bandes' verbunden sind«. Ich habe nun schon seit Jahren, wann und wo es auch gewesen sei, mit Elbe-, Rhein- u. a. Fischern über dieses Thema gesprochen, doch konnte mir bisher noch nicht einer bestätigen, daß er den Laichakt der *Lota lota* L. in der von Steinbach geschilderten Weise hätte jemals beobachten können. Übereinstimmend sagten vielmehr sämtliche in Frage kommenden Fischer stets gleichlautend wie folgt aus, »daß die Aalraupen oder Quappen (auch Rutte, Trutte, Trüsche, Aalquappe genannt) während der Monate November bis etwa April sich aus dem tiefen Wasser nach den Flußufern begeben[1], um daselbst ihrem Laichakt obzuliegen. Die Tiere treten hierbei rudelweise auf und werden zu dieser Zeit in Mengen gefangen«. Der Laichakt soll (nach Aussage der Fischer) sich meist während der Nacht oder in den frühen Morgenstunden vollziehen. Eine häutige Verbindung der Tiere während des Laichaktes hatte keiner der Fischer beobachtet.

Ich selbst (Verfasser) sah Aalraupen bereits im Jahre 1909, und zwar am 27. III., vormittags gegen 9 Uhr, an den Ufern der Elbe, bei Pillnitz in Sachsen, ablaichen, habe aber seinerzeit leider nicht darauf geachtet, ob die einzelnen Paare vermittels eines »häutigen Bandes« verbunden waren. Auch in der Röder (Fluß bei Liegau bei Radeberg in Sachsen) sah ich diese Art im Jahre 1919 beim Laichakt, doch konnte ich auch hier eine derartige Verbindung der Tiere nicht bemerken; denn sie schossen sehr schnell auseinander, als ich mich ihnen bis auf etwa 3 Schritte genähert hatte. Im Jahre 1916 (März) konnte ich ferner diese Art in nächster Nähe von Kempten a. Rh. beim Laichakt beobachten. In diesem Falle handelte es sich um mehrere Paare, welche in den dichten Beständen von *Potamogeton gramineus* L. und *P. compressus* L. ihrer Fortpflanzung oblagen. Die Tiere hatten sich eng aneinander geschmiegt und gaben unter zitternden Bewegungen des Körpers Sperma und Laich ab. Auch in diesem Falle konnte ich keine Verbindung der Paare vermittels »eines häutigen Bandes« beobachten. Herr San.-Rat Dr. Schubert, Wiesbaden, und ich haben ferner Gelegenheit gehabt, *Lota lota* L. bei Kaub a. Rh. beim Laichen zu beobachten, wo die Tiere an Steinen und in den dichten Beständen von *Potamogeton compressus* L. und *P. fluitans* L. ablaichten. Die Quappen hielten sich in ziemlich seichtem Wasser auf und waren in Exemplaren von 30—60 cm Länge vertreten. Im Gegensatz zu ihrem sonstigen Benehmen (außer der Laichzeit) waren die Tiere ziemlich mobil und lebhaft und verfolgten einander ständig. Die Paare lagen stets dicht nebeneinander, wobei sie sich oft mit dem Schwanzstiel umschlungen hatten. Ihr Laichplatz schien ein gemeinschaftlicher zu sein, denn es waren

[1] Nicht, wie auch schon geschrieben wurde, daß sie an sehr tiefen Stellen der Flüsse und Seen laichen. (Verf.)

größere Mengen der Fische vorhanden. Wir entnahmen dem Rhein an der betreffenden Stelle eine Anzahl *Potamogeton*-Stengel, die dicht mit Laich besetzt waren. Die Eier haben einen Durchmesser von ca. 1 mm und gelblich- bis bläulichweiße Färbung (je nach bereits erfolgter Entwicklung). Bei manchen Eiern war bereits der Embryo erkennbar, der dunkle Augenpunkte aufwies. Wir nahmen uns Laich mit nach Hause. Während San.-Rat Dr. SCHUBERT den Laich in eins seiner Freilandbecken brachte, gab ich den von mir gesammelten in ein mit altem Wasser bestandenes und mit *Potamogeton crispus*, *Elodea canadensis* und *Vallisneria spiralis* bepflanztes Aquarium. Bei San.-Rat Dr. SCHUBERT schlüpften die jungen Aalraupen nach Verlauf von 9 Tagen aus, der Laich muß also bereits einige Tage alt gewesen sein. Bei dem meinigen hatte ich jedoch einen Mißerfolg zu verzeichnen; denn der Laich verpilzte nach einigen Tagen. Anscheinend war letzterer während des mehrere Stunden andauernden Transportes zu trocken geworden. Das wunderte mich um so mehr, weil erwachsene bzw. ausgebildete Fische dieser Art sogar vertragen, daß man sie stundenlang, nur in feuchtes Moos verpackt (ohne Wasser) transportieren kann, ohne daß sie dabei Schaden nehmen. Am 8. April 1914 traf von San.-Rat Dr. SCHUBERT bei mir ein Brief ein, in dem er mir u. a. folgendes mitteilte: »... Ihre und meine Vermutung, daß die Trüschen während des Laichaktes nicht mit einem, häutigen Schleimband' verbunden sind, konnte ich nunmehr einwandfrei feststellen; ein gütiges Geschick stand mir hierbei helfend bei. Am 6. IV. 1914 war ich abermals am Laichplatz der Trüschen. Dieses Mal wollte es der Zufall, daß dort gerade Fischer mit Zugnetzen arbeiteten, und so gelangte ich denn auf diese Weise in den Besitz einiger Paare Trüschen, welche während des Laichaktes gefangen worden waren. Ich habe diese Tiere genau besichtigt und konnte nach genauester Untersuchung der Fische auch nicht die Spur eines häutigen Schleimbandes oder Reste eines solchen feststellen.

Die Rheinfischer, welche ich in dieser Beziehung befragte, lachten mich aus und fragten mich, wer mir solche ‚Schnaken' erzählt hätte. Sie teilten mir aber mit, daß die Trüschen während des Laichens stets nebeneinander liegen und sich dabei auch oft mit dem Schwanzstiel umschlingen. Das vermeintliche ‚häutige Band' sei nur ‚Schlick' (gemeint ist Schleim[2]), den die Tiere während des Aneinanderreibens absondern; von einer ‚häutigen Verbindung' der Fische könne gar keine Rede sein, denn derartiges hätten sie doch mindestens schon feststellen müssen, da manche von ihnen ihren Beruf schon länger als 30 Jahre und mehr ausübten usw.«

Im Frühjahr 1928 gelangte ich (Verf.) wiederum in den Besitz von Trüschenlaich. Diesmal stammte der Laich aus der Wetter (Fluß), und zwar aus der Gegend zwischen Friedberg und Nauheim (Hessen). Die betreffenden Stellen waren dicht mit *Callitriche verna* L. und *Batrachium aquatile* L. bestanden. Die Pflanzen hingen dicht voll Laich. Ich nahm mir hiervon in einer kleinen Fischkanne mit Eiern besetzte Pflanzen mit nach Hause. Den Laich brachte ich in ein alteingerichtetes, mit *Vallisneria spiralis*, *Elodea densa* und *Potamogeton crispus* bepflanztes Becken, worin er sich im Laufe von 11 Tagen (er war schon einige Tage alt, als ich ihn fand) entwickelte. Die Jungfischchen sind nach dem Ausschlüpfen ziemlich klein; bei reich-

[2] Vermischt mit Schlamm, Sand und Erdeteilchen. (Verf.)

licher Kost mit Plankton, Infusorien und Bosminidenbrut wachsen sie aber in kurzer Zeit rapid heran und können bereits nach Verlauf von 5—6 Tagen eine Länge von ca. 1 cm und mehr erreicht haben. Sie sind zuerst gläsern-gelblich durchscheinend, am Rücken und Kopfe dunkelgrau pigmentiert; nur ihre großen, stark hervortretenden, schwarzen Augen fallen stark auf. Mit zunehmendem Alter nehmen sie graue bis bräunlichgraue Tönung an, welche dunkel marmoriert erscheint. Je nach der Farbe des Bodengrundes ändern sie jedoch ihre Grundfarbe häufig und können bald dunkler, bald heller getönt erscheinen, wobei ihre Marmorierung ebenfalls bezüglich Farbe wechselt. Erstaunlich ist das große weite Maul der Fischchen, vermittels dessen sie imstande sind, sehr bald Copepoden, Enchytraeen (gehackte), *Tubifex* usw. und sogar ihre schwächeren, kleineren Geschwister zu verschlingen. Bei reichlicher Nahrung ist das Wachstum der Tierchen ein enormes, denn sie erreichen binnen 7—8 Wochen Längen von 7—8 cm.

Um das ganze Fischchen zieht sich oben und unten ein ziemlich breiter Flossensaum herum, der sich bei genauer Betrachtung mit dem Vergrößerungsglas am Rücken als aus 2 Dorsalen und an der Unterseite als eine Afterflosse (Anale) erweist, während am Kinn sich ein dünnes, zartes Bartelchen (Bartfaden) erkennen läßt, welch letzteres allen Gadidae (Schellfischen), zu denen *Lota lota* L. zählt, eigen ist.

Während der ersten Tage hängen die Jungen als kleine Kommata an Steinen, Pflanzen und Scheiben umher, doch bereits nach wenigen Tagen halten sie sich schon nahe der Wasseroberfläche in Schwimm- und Wasserpflanzen auf, wo sie eifrig Jagd auf Infusorien machen. Diese Periode hält aber nicht lange an, denn je größer die Tierchen werden, je mehr nähern sie sich dem Grunde und halten sich dann bei Tage zumeist in Pflanzen und unter Steinen versteckt auf. Nur am Abend kommen sie hervor, um nach Nahrung zu suchen.

Ich habe eine Anzahl der Fische später in einem Aquarium (50 × 30 × 35 cm) gehalten und aufgezogen. Außer Verlusten infolge Gefressenwerdens durch größere Geschwister, habe ich keine solchen gehabt und konnte ca. 26 Stück der Tiere bis zu einer Länge von 6—7 cm heranziehen. Bei diesen konnte ich so recht die nächtliche Räubernatur der Art beobachten. Die Tiere fraßen andauernd, nichts war ihnen zu groß oder zu schlecht. Alles, was sie bewältigen konnten, verschwand in ihren unergründlichen Schlund. Ich sah sie annehmen: Copepoden, Würmer, Schnecken, Mückenlarven aller Art, *Tubifex*, Fleisch von Schlachttieren, Fischen, Fröschen und Muscheltieren, Kaulquappen, Asseln, Flohkrebse und sogar auch Wassermilben und Planarien, welch letztere beiden Arten wohl nicht sogleich von anderen Fischen angenommen werden. Auch glatte Eulenraupen, Fliegen, Wachsmottenraupen und solche der Fettmotte, Erdläufer (*Geophilus longicornis*), Wasserinsekten und deren Larven, kurz alles war ihnen recht.

Sonderbar erscheint, daß die Jungfische, nachdem sie ein bestimmtes Alter und Länge erreicht haben, plötzlich viel langsamer als erst im Wachstum fortschreiten. Dies ist jedoch nicht nur im Aquarium, sondern auch im Freien bei dieser Art der Fall.

Bezüglich des Laichaktes der Trüschen möchte ich noch erwähnen, daß weder San.-Rat Dr. Schubert noch ich jemals den Laichakt der Trü-

sehen in der von STEINBACH (in »Brehms Tierleben«) geschilderten Weise (Verbindung beider Geschlechter während des Laichaktes vermittels eines »häutigen Schleimbandes«) beobachten konnten! Wir sahen wohl die laichenden Paare eine Zeitlang nebeneinander liegen, wobei sie mit ihren Körpern zuckende Bewegungen ausführten und oft mit dem Schwanze schlugen und Sperma und Laich absonderten; doch ließen sie sehr schnell voneinander ab und verschwanden im tiefen Wasser, sobald wir uns ihnen bis auf 2—3 m Entfernung genähert hatten. Dieses plötzliche und schnelle Wegschwimmen wäre meiner Ansicht nach auch gar nicht möglich gewesen, wenn die Tiere während des Laichaktes wirklich vermittels »eines häutigen Bandes« miteinander verbunden gewesen wären! Es ist mir auch nicht klar, auf welche Weise STEINBACH (s. »Brehms Tierleben«, Bd. Fische) seine Beobachtungen beim Laichakt der Trüschen bewerkstelligen konnte, ohne daß die scheuen Tiere das Weite suchten bzw. im tiefen Wasser verschwanden, wenn er sich ihnen näherte. In der Hand dürfte er die »verbundenen« Fische wohl kaum gehabt haben.

Ich habe mich in dieser Angelegenheit auch noch an die Herren Professor Dr. L. SCHEURING, Vorstand der Bayr. biolog. Versuchsstation für Fischerei in München, und Herrn Dr. E. AHL, Leiter der herpetolog. u. ichthyolog. Abteilungen des Zool. Museums in Berlin, zwecks Auskunft gewandt, von denen mir ersterer Herr am 23. VII. 1934 wie folgt darüber berichtet: ». . . Das ‚Schleimband' der laichenden Rutten halte ich persönlich für ein ‚Gebilde der Einbildung'. — Aller Wahrscheinlichkeit nach geht die Entstehung dieser Sache darauf zurück, daß, wie von verschiedener Seite berichtet, sich die Rutten bei ihrem Laichakt eng umschlingen oder aneinander legen und dabei wahrscheinlich stark Schleim absondern. Die Ruttenhaut hat ja in ganz hervorragendem Maße die Fähigkeit der Schleimbildung. Ich glaube deshalb, daß die Veröffentlichung einer exakten Beobachtung erwünscht ist, das Märchen von dem verbindenden gemeinsamen ‚Schleimband' des hochzeitenden Ruttenpärchens zu zerstören.« Soweit Herr Prof. Dr. L. SCHEURING, München. Herr Dr. E. AHL, Berlin, schrieb mir ferner am 28. VII. 1934 wie folgt: ». . . Ich halte es für unwahrscheinlich, daß die Quappen (Trüschen) während des Laichaktes vermittels eines ‚häutigen Bandes' miteinander verbunden sind; vermutlich wird diese Fehlbeobachtung, wie Sie sehr richtig bemerken, durch die schleimige Beschaffenheit der Quappenhaut zu erklären sein. Mir ist jedenfalls kein einziger Fall im ganzen Reiche der Fische bekannt, wo eine derartige Verbindung der beiden Elterntiere während des Ablaichens vorkommen konnte'« Also auch diese beiden Autoritäten auf ichthyologischem Gebiete schließen sich der Ansicht des Herrn San.-Rat. Dr. SCHUBERT und meiner an.

Somit dürfte die Fabel von dem die laichenden Trüschen verbindenden »häutigen, schleimigen Band« wohl endgültig erledigt sein!

Es gibt auch ein „Penthaleus-Organ", das an das „Rhagidia-Organ" erinnert.

(Vorläufige Notiz.)

Von Dr. Sig Thor, Oslo (Norge).

Eingeg. 23. Oktober 1934.

Ich habe an den Endgliedern der 4 Vorderbeine von *Penthaleus maior* (Ant. Dugès) 1834 einzelne dorsale Grübchen gesehen, die zwar etwas an das »*Rhagidia*-Organ« erinnern, jedoch in gewissen Beziehungen davon verschieden sind. Ich benenne es das »*Penthaleus*-Organ«. Es sind 2 oder 3 elliptische Einsenkungen im Bein, unter der Haut, aber anscheinend ohne Poren (oder Befestigungshöcker). Sie liegen in einer longitudinalen Reihe und fließen häufig zusammen, so daß sie wie eine einzige longitudinale elliptische Grube aussehen. Ein solcher oben verästelter Zapfen (mit »Tentakelkranz«), der in Verbindung mit dem »*Rhagidia*-Organ« auftritt, fehlt bei *Penthaleus*. Über die Bedeutung oder die Funktion dieses Organes habe ich keine begründete Annahme; ich vermag auch jetzt nicht die feinere Struktur darzustellen, da meine Präparate ziemlich unklar sind, obwohl ich das Organ bei mehreren Exemplaren sowohl vom südlichen Norwegen als von Svalbard (Spitzbergen) beobachtet habe. An einem Exemplar, von *Penthaleus bicolor* W. W. Froggat 1921, das mir Dr. H. Womersley von Australien übersandt hat, kommt das Organ ebenfalls vor. Es ist aber schwer zu entscheiden, ob dies eine selbständige Art oder nur ein Synonym (? Varietät) zu *P. maior* Ant. Dugès darstellt. Es ist auch nicht bekannt, daß dies Organ bei anderen Arten der Familie Penthaleidae A. C. Oudemans 1931 auftritt, da meine Untersuchungen nicht soweit gelangt sind. Es liegt aber die Möglichkeit vor, ebenso wie es wahrscheinlich ist, daß an den Beinen (besonders an den Endgliedern) mehrerer verwandter Gattungen gewisse Sinnesorgane vorkommen, die bis jetzt unbekannt sind. Neue eingehende Untersuchungen sind hier in hohem Grade notwendig.

Personal-Nachrichten.

Nachruf.

Am 3. Dezember d. J. verstarb im Alter von 71 Jahren plötzlich Prof. Dr. **Hans Lohmann.** Seine meeresbiologischen Arbeiten, die durch neue messende Methoden Gesetzmäßigkeiten des Lebens im Meere zu erforschen gestatten, haben ihn früh in die Reihe der ersten Hydrobiologen der Welt gestellt. Zwei Jahrzehnte hindurch hat er das Hamburger naturhistorische Museum geleitet; er ist der erste o. Professor der Zoologie an der 1919 gegründeten Hamburgischen Universität gewesen.

An die Herren Mitarbeiter!

Die Herren Verfasser werden im Interesse der von ihnen selbst gewünschten raschen Veröffentlichung ihrer Aufsätze gebeten, deren ***Korrekturen so bald als irgend möglich zu erledigen*** und (an den Herausgeber) zurückzuschicken, sowie aus demselben Grunde von der Zusendung eines Revisionsabzugs der Korrektur nach Möglichkeit abzusehen.

Herausgeber und Verleger
des Zoologischen Anzeigers.

Bitte um Benachrichtigung über Personalveränderungen.

Die Herren Fachgenossen werden gebeten, dem Herausgeber des Zoologischen Anzeigers von den sie selbst oder ihre Institute, Museen, Stationen und sonstige zoologische Anstalten betreffenden Personalveränderungen zur Veröffentlichung im Zoolog. Anzeiger baldmöglichst Mitteilung zu machen.

B. Klatt (Hamburg).

Druck von Ernst Hedrich Nachf. in Leipzig.